

Technická univerzita v Liberci

FAKULTA PŘÍRODOVĚDNĚ-HUMANITNÍ A PEDAGOGICKÁ

Katedra: Katedra geografie

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Aplikovaná geografie

**VYUŽITÍ 3D MODELOVÁNÍ PRO VIZUALIZACI
HISTORICKÉ ZÁSTAVBY MĚSTA LIBEREC
V OBDOBÍ PŘELOMU 19. A 20. STOLETÍ
USING 3D MODELING TO VISUALIZE THE
HISTORICAL BUILDINGS OF THE CITY OF
LIBEREC IN THE LATE 19th AND 20th
CENTURY**

Bakalářská práce: 13-FP-KGE-12

Autor:

Petr MEYER

Podpis:

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Šmída, Ph.D.

Počet

stran	grafů	obrázků	tabulek	pramenů	příloh
99	1	102	7	92	84

V Liberci dne: 26. 4. 2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Petr Meyer**
Osobní číslo: **P09000761**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Aplikovaná geografie**
Název tématu: **Využití 3D modelování pro vizualizaci historické zástavby města Liberec v období přelomu 19. a 20. století**
Zadávající katedra: **Katedra geografie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

CÍLE:

1. Návrh postupu tvorby 3D modelování historických budov s využitím metod GIT
2. Vytvoření 3D modelu historické městské zástavby

POŽADAVKY:

1. Rešerše odborné literatury k tématu
2. Sběr dat pro 3D modelování historické zástavby města Liberce
3. Tvorba 3D modelu historické zástavby v programu SketchUp na příkladu vybraných budov

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. GREGORY, I., ELL, P., S., (2007): Historical GIS: Technologies, Methodologies and Scholarship, Cambridge University Press, 227 s.
2. CHOPRA, A., TOWN, L., PICHEREAU, Ch., (2012): Introduction to Google SketchUp, John Wiley & Sons, 554 s.
3. KNOWLES, A., K. (2002): Past Time, Past Place: GIS for history, ESRI, Inc., 202 s.
4. TAL, D., (2009): Google SketchUp for Site Design: A Guide to Modeling Site Plans, Terrain, and Architecture, John Wiley & Sons, 368 s.

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. Jiří Šmída, Ph.D.

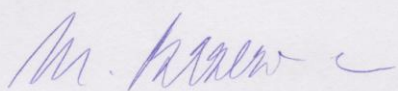
Katedra aplikované matematiky

Datum zadání bakalářské práce:

27. června 2011

Termín odevzdání bakalářské práce:

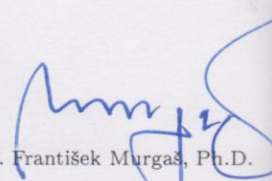
7. prosince 2012



doc. RNDr. Miroslav Brzezina, CSc.

děkan

L.S.



RNDr. František Murgas, Ph.D.

vedoucí katedry

V Liberci dne 27. června 2012

Čestné prohlášení

Název práce: Využití 3D modelování pro vizualizaci historické zástavby města Liberec v období přelomu 19. a 20. století

Jméno a příjmení autora: Petr Meyer

Osobní číslo: P09000761

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, zejména § 60 – školní dílo.

Prohlašuji, že má bakalářská práce je ve smyslu autorského zákona výhradně mým autorským dílem.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval/a samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce a konzultantem.

Prohlašuji, že jsem do informačního systému STAG vložil/a elektronickou verzi mé bakalářské práce, která je identická s tištěnou verzí předkládanou k obhajobě a uvedl/a jsem všechny systémem požadované informace pravdivě.

V Liberci dne: 26. 4. 2013

Petr MEYER

Rád bych poděkoval vedoucímu mé práce panu Mgr. Jiřímu Šmídovi, Ph.D. za cenné rady, poznámky, odbornou pomoc a vedení správným směrem k úspěšnému dokončení bakalářské práce. Nemohu také opomenout pracovníky státního okresního archivu v Liberci pány Jiřího Bocka a Bc. Martina Petruše, pracovníci archivu stavebního úřadu v Liberci paní Helenu Procházkovou a pracovníci severočeského muzea v Liberci paní PhDr. Markétu Lhotovou za odbornou pomoc při hledání zdrojových dat.

Anotace

Bakalářská práce se zabývá 3D modelováním historických budov ve městě Liberec na přelomu 19. a 20. století. V práci je navržena vhodná metoda texturovaného 3D modelování již nestojících budov v programu SketchUp 8 a vytvořen ukázkový 3D model ve vybrané části města. Vytvořená datová vrstva představuje možnost připojení prostorových a neprostorových dat k 3D objektům v programu ArcScene 10.0. Práce dále poskytuje náhled pro současnou a budoucí práci s 3D objekty ve vybraných institucích.

Annotation

The thesis is focused on 3D modeling of historical buildings in the city of Liberec at the end of the 19th and the beginning of the 20th centuries. An appropriate method of textured 3D modeling of non-standing buildings in the SketchUp 8 program is suggested in the thesis, along with an exemplary 3D model in the selected part of the city. The created data layer provides a possibility of connecting spatial and non-spatial data to 3D objects in the ArcScene 10.0 program. Further, the thesis provides a draft for current and future work with 3D objects in selected institutions.

Klíčová slova: 3D modelování, 3D objekt, Liberec, textura, historické budovy, SketchUp

Key words: 3D modeling, 3D object, Liberec, texture, historical buildings, SketchUp

Obsah

1. Úvod	10
2. Cíle práce.....	11
3. Rešerše	12
3.1 Zahraniční projekty	12
3.2 Domácí projekty	12
3.3 Knižní publikace.....	13
4. Metody práce.....	14
5. Současné využití 3D modelů	16
5.1 3D model města Berlín	16
5.2 Rome Reborn.....	17
5.3 The City As Might Be	19
6. Vymezení studovaného území a časového období.....	21
6.1 Studované území	21
6.2 Časové období	22
7. Zdroje dat	24
7.1 Archiv stavebního úřadu v Liberci	24
7.2 Státní okresní archiv v Liberci.....	25
7.3 Severočeské muzeum v Liberci.....	26
7.4 Knižní publikace.....	27
7.5 Internet.....	28
7.6 Odborníci.....	28
7.7 Souhrn	28
8. Použitý software	30
8.1 SketchUp 8	30
8.2 ArcGIS 10.0.....	32
8.3 Adobe Photoshop CS5.....	32
8.4 Google Earth.....	33
9. Formáty dat.....	34
9.1 ESRI File Geodatabase (GDB).....	34
9.2 Multipatch	34
9.3 Collada (DAE).....	35
9.4 Keyhole Markup Language (KML a KMZ)	35
10. Metody 3D modelování.....	36
10.1 Pozemní laserové skenování.....	36

10.2 Fotogrammetrie	36
10.3 Geodetické zaměření	37
10.4 Procedurální modelování.....	37
10.5 Ruční modelování.....	37
11. Struktura geodatabáze	39
11.1 Třídy prvků a rastry	39
11.2 Tabulky a relační vztahy	41
12. Georeferencování	44
13. Tvorba 3D objektů.....	45
13.1 Tvorba digitálního modelu reliéfu.....	45
13.2 Tvorba 3D objektu.....	46
13.2.1 Import dat	46
13.2.2 Hrubá stavba.....	47
13.2.3 Fasáda.....	49
13.2.4 Textury	51
13.2.5 Odstranění nepotřebné geometrie a kontrola dat.....	51
13.2.6 Export dat	52
14. Návrh využití 3D modelu Liberce.....	53
14.1 Databáze 3D Warehouse	53
14.2 Aplikace Google Earth	54
14.3 Vybrané instituce.....	54
14.3.1 Státní okresní archiv v Liberci	54
14.3.2 Severočeské muzeum v Liberci.....	55
14.3.3 Národní památkový ústav.....	56
14.4 Mapové symboly	57
14.5 Mobilní aplikace.....	57
14.6 Prezentační video.....	58
15. Diskuze	59
16. Závěr.....	61
17. Seznam použitých zdrojů	62
18. Seznam příloh.....	67
19. Přílohy	72
19.1 Vizualizace vytvořených objektů modelu historické zástavby města Liberec na přelomu 19. a 20. století.....	72
19.2 Vizualizace prostředí 3D modelu historické zástavby města Liberec na přelomu 19. a 20. století	98

Seznam použitých zkratk:

2D – dvourozměrná dimenze

3D – trojrozměrná dimenze

4D – čtyřrozměrná dimenze

ASÚ – Archiv stavebního úřadu

CAD – *Computer-Aided Design*, počítačem podporované projektování

CityGML – informační model pro prezentaci 3D urbánních objektů

COLLADA – *Collaborative Design Activity*, 3D formát pro ukládání 3D objektů

ČÚZK – Český úřad zeměměřičský a katastrální

DAE – *Digital Asset Exchange*

DBMS – *Database Management System*, systém řízení báze dat

DMR – digitální model reliéfu

DMR 4G – digitální model reliéfu 4. generace

ESRI – *Environmental System Research Institute*

FP - fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická

GDB – zkratka souborové geodatabáze (*File Geodatabase*)

GIS – geografický informační systém

ID – *IDentification*, identikace

JPEG - *Joint Photographic Experts Group*

KML – *Keyhole Markup Language*, značkovací jazyk

KMZ – komprimovaná verze souboru KML

NPÚ – Národní památkový ústav

S-JTSK – typ geografického souřadnicového systému

SM – Severočeské muzeum

TUL – Technická univerzita v Liberci

VRML – *Virtual Reality Modeling Language*, grafický formát pro popis 3D scén

XML – *Extensible Markup Language*, rozšiřitelný značkovací jazyk

1. ÚVOD

Existence 3D vizualizace měla své počátky v 60. letech 20. století. Hlavní oblast výzkumu 3D grafiky se nacházela ve Spojených státech. Univerzita v Utahu patřila mezi první průkopníky nové počítačové grafiky. Od dob ztvárnění legendárního modelu konvice od Martina Newella (Wikipedia 2013) z univerzity z Utahu uplynulo mnoho let a počítačová 3D grafika se za tu dobu posunula mílovými kroky kupředu. Potřeby vizualizovat náš svět v prostorovém zobrazení byly nezastavitelné. V současné době je 3D vizualizace běžnou součástí našeho života. Setkáváme se s ní nejenom v počítačových hrách a filmech, ale nachází své uplatnění i v průmyslových odvětvích a vědních disciplínách. Mezi ně mohou patřit i kartografie, geoinformatika, architektura, historie nebo urbanismus. Bakalářská práce řešící využití geografických informačních technologií pro 3D modelování historické zástavby města Liberce v období přelomu 19. a 20. století nabízí další možnost představení aplikace 3D vizualizace.

2. CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem práce je navrhnout postup tvorby 3D modelů historických budov s využitím metod geoinformačních technologií a vytvořit 3D model historické zástavby města Liberec který bude vizualizovat stav historické zástavby zájmového území z období přelomu 19. a 20. století (kapitola 6.2). Rozsah časového období byl stanoven podle dostupnosti zdrojových dat.

Práce představuje možný postup při vytváření texturovaného 3D modelování budov z historických dat v prostředí softwaru Google SketchUp 8 a uvádí vhodné zdroje dat pro modelování nestojících historických budov v současnosti. Navrhuje vhodnou strukturu a přípravu zdrojových dat pro následné 3D modelování. Tím urychluje a usnadňuje práci se zdrojovými daty. Poskytuje návrh na připojení možných dat k jednotlivým 3D objektům a tím vytvoření datové vrstvy. Posledním cílem práce je pokusit se importovat 3D model v jakékoliv podobě do zainteresovaných institucí, zjistit jeho využitelnost a identifikovat současnou i budoucí práci s historickými i současnými 3D modely v těchto institucích.

Výstupem práce bude:

1. Vytvoření 3D modelu historické části města Liberce
2. Nahrání vytvořených 3D objektů do databáze *3D Warehouse*
3. Datová vrstva ve formátu *File Geodatabase*
4. Prezentační video

3. REŠERŠE

V rešeršní části práce byly identifikovány potřebné zdroje dat, které poskytly cenné informace o řešeném tématu. Získané zdroje dat byly rozděleny na knižní publikace, zahraniční a domácí projekty.

3.1 Zahraniční projekty

Podobný projekt hodící se k mé práci je „Rome Reborn“. Jedná se o mezinárodní iniciativu, která se snaží vytvořit 3D digitální model starověkého Říma (Guidi, aj. 2012). Projekt poskytl informace o použitých formátech dat, softwaru pro 3D modelování a možnou vizualizaci již nestojících budov.

Další projekt se týká Australského města Melbourne, ve kterém v 60. letech zmizela spousta historických budov a díky tomu vznikl projekt prezentující město, jak by vypadalo, kdyby budovy stále stály (Cartwright, 2006). Přínos práce je v představení možnosti práce s kompozitním obrazem jako texturou. Dále 3D virtuální model toskánského města Livorno, který byl realizován k 400. výročí udělení statusu města s cílem zachytit vývoj města v čase a obnovit pamětihodné památky (Carrozzino, aj. 2012).

3.2 Domácí projekty

Inspirací pro mou práci je diplomová práce Rekonstrukční 3D vizualizace zaniklého sídla – případová studie Přísečnice (Ceeová, 2010), která poskytla souhrn metod 3D modelování a tvorbu DMR. Přínosem diplomové práce je také její historický aspekt a 3D modelování již nestojících budov. Další české projekty, které pracují s 3D modely zástavby jsou např. bakalářská práce Petra Machta, která se zaměřuje na využití 3D modelů v mobilních zařízeních na příkladu 3D modelu města Český Krumlov (Macht, 2011), bakalářská práce Jakuba Dolejšího, který hodnotí software pro 3D modelování a poskytl kvalitní náhled o existujících programech (Dolejší 2011). Bakalářská práce Eleny Belai, která vytvořila 3D model zámku Kozel za pomoci architektonické a geodetické dokumentace (Belai, 2012), diplomová práce Michaely Vrnákové, ve které představila model zámku Konopiště v programu Google SketchUp a zároveň poskytla návod postupu pro 3D modelování objektů a jejich využití (Vrnáková, 2009) a bakalářská práce Pavla Srnského, která se zabývá zobrazením historického vývoje budov v 3D modelech. Výsledkem práce je 4D model zachycující historický vývoj státního hradu a zámku Český Krumlov (Srnský, 2011).

3.3 Knižní publikace

Knižní publikace poskytly ucelený náhled o pochopení vnímání 3D modelování a představily mi jakýsi úvod do řešené problematiky. Dále poskytly několik případových studií, ve kterých bylo použito 3D modelování. Patří mezi ně především kniha *Geographic Visualization: Concepts, Tools and Application* (Dodge, 2008), *Past Time, Past Place* (Knowles, 2002), *History: How Maps, Spatial Data, and GIS Are Changing Historical Scholarship* (Knowles, 2008) a *Virtual Geographic Environments* (Batty, 2009).

4. METODY PRÁCE

Použité metody vycházejí z potřeb pro úspěšné dosažení cílů práce. Byly využívány pro její efektivitu a přehlednost. Užité metody mohou být aplikovatelné i pro jinak tematicky orientované závěrečné práce. Zaměřují se především na oblasti editace, sběru a správy dat, 3D modelování a způsobu komunikace s vybranými institucemi.

a) Bádání

Ve vybraných institucích a zdrojích dat probíhal průzkum po potřebných historických materiálech. Cílem bádání byly historické materiály, které zachycovaly minulý stav zájmového území ve formě obrazového a textového materiálu (kapitola 7). Přesněji byly vyhledávány takové, který by zachycovaly stav budov ve studovaném území co nejbližší roku 1858 (kapitola 6.2).

b) Dokumentace zdrojových dat

Pomocí fotoaparátu Sony DSC-W570 byla získána obrazová dokumentace zdrojových dat. Pořízena byla ve formátu JPEG a rozměrech 4608x2592 pixelů. U stavebních plánů byla dokumentace složená z několika snímků, které se zaměřovaly na jednotlivé části plánu jako tiráž, popis, měřítko, výkres apod. U méně rozměrných obrazových materiálů jako historické fotografie a pohlednice postačil pouze jeden záznam dokumentace.

c) Správa zdrojových dat

Díky jejich velkému množství bylo nutné stanovení struktury pro ukládání a následnou práci s těmito daty. Pro strukturu zdrojových dat, ale i pro další práci s 3D objekty, byl stanoven identifikátor, podle kterého byla zdrojová data identifikována a ukládána. Samotným identifikátorem je dvojčíslí, které je rozděleno lomítkem a tvoří ho před lomítkem číslo popisné a za lomítkem číslo okrsku. Následně byla vytvořena adresářová struktura v průzkumníku Windows, kterou tvořily nejprve adresáře okrsků a dále podskupiny adresářů s čísly domů, do kterých se ukládala jednotlivá zdrojová data k příslušným budovám.

d) 3D modelování objektů

Tvorba 3D objektů byla zpracována v notebooku Sony Vaio EB1QGX/BI 15,5“ v prostředí programu SketchUp verze 8 od společnosti Trimble podle získaných zdrojových dat (viz kapitola 13). Bylo vytvořeno 78 3D objektů.

e) Komunikace s dotčenými institucemi

Komunikace s institucemi byla zahájena kontaktováním pomocí emailu, který zahrnoval představení autora i bakalářské práce, důvod kontaktování dotčené instituce a nabídku osobní návštěvy. Následně byla veškerá komunikace vedena metodou *Interview* přímo v dotčených institucích (viz kapitola 14.3). Metoda spočívá v přímém rozhovoru mezi oběma stranami ve stejném čase a místě (Silverman 2005).

f) Digitalizace půdorysů budov

Digitalizace byla provedena v programu ESRI ArcGIS 10.0. pomocí nástroje *Auto Complete Polygon*. Vytvořená data byla uložena v *ESRI File Geodatabase* ve formátu *Polygon Feature Class*. Podkladem pro digitalizaci byla georeferencovaná Anschiringerova mapa z roku 1858. Digitalizováno bylo 78 půdorysů budov.

g) Editace datové vrstvy

Editace atributové tabulky probíhala v programu ESRI ArcGIS 10.0. Atributová tabulka byla editována pro formáty *Multipatch* a *Polygon Feature Class* (viz kapitola 11). Při editaci byly použity formáty *Double*, *Short Integer*, *Raster* a *Text*. Během editace bylo vytvořeno 27 polí.

h) Kartometrické měření

Probíhalo pomocí nástroje *Measure* v prostředí programu ESRI ArcGIS 10.0. Pomocí kartometrie se měřily délky hran půdorysů budov z georeferencované Anschiringerovi mapy.

i) Georeferencování

Georeferencování Anschiringerovi mapy probíhalo v prostředí programu ArcGIS 10.0 pomocí metody lícovacích bodů. Byly použity 4 lícovací body a pro rektifikaci byla použita metoda *Nearest Neighbor* s velikostí mřížky 0,25m.

5. SOUČASNÉ VYUŽITÍ 3D MODELŮ

Využitelnost 3D modelů měst nabízí širokou škálu možností. Nejčastější možné využití, které 3D modely poskytují, je možnost zajímavé a netradiční vizualizace města v 3D prostředí. Díky tomu můžeme získat skryté informace o zájmovém území, které je z klasických 2D prezentací občas málo čitelné a srozumitelné. 3D modely bývají využívány také k zpřesňování prostorových analýz například v oblastech prevence rizikových událostí, jako jsou povodně nebo znečištění ovzduší. Mezi nejčastější obory, které využívají 3D modely patří (Krajinak 2012):

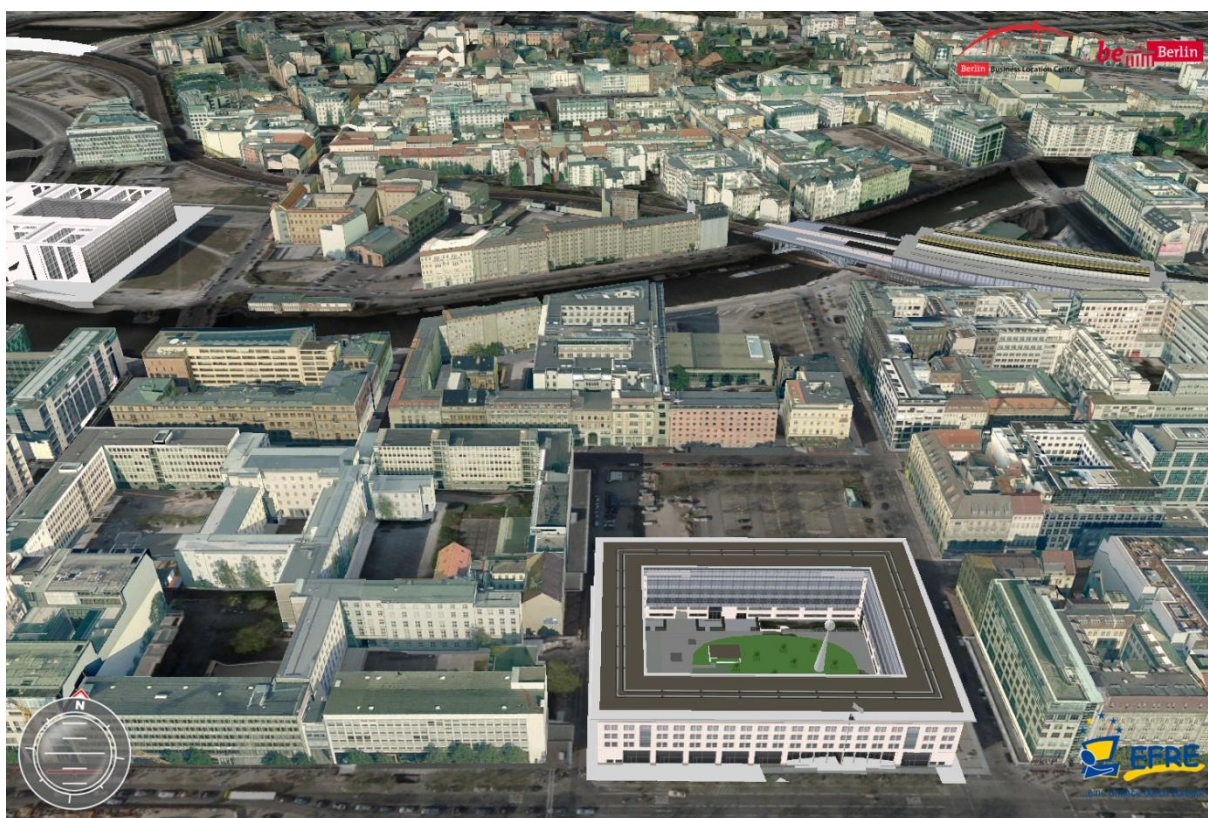
- Státní správa a městské úřady
- Správa inženýrských sítí
- Ekologie a životní prostředí
- Vodní hospodářství
- Architektura a památková péče
- Navigace a průmysl
- Vojenství
- Kultura a turismus
- Investice a správa nemovitostí

Během rešeršní části práce bylo nalezeno mnoho zahraničních i českých praktických ukázek 3D modelů měst nebo jejich částí, které prezentovaly jak minulý, současný, tak budoucí stav města.

5.1 3D model města Berlín

3D model města Berlín byl vytvořen především z důvodu prezentace ekonomických geodat a tím otevření nových možností marketingu města (Berlin business location center 2013). Zároveň byl napojen na Berlínský digitální katastr, který umožňuje vizualizaci urbánního plánování. První fáze projektu spočívala v realizaci prototypového území, které bylo vytvářeno v letech 2003-2005. V roce 2007 byla zahájena druhá fáze, která zahrnovala již rozsáhlejší území. V současné době je model zpřesňován a dále rozšiřován. Obsahuje přes 500 000 budov na 890 km², které byly letecky snímkovány a laserově skenovány (Obr. 1). Budovy jsou konstruovány v 4 úrovních detailů a za pomoci fotografií texturovány. Nejvyšší úroveň detailů má zpracovány i interiéry budov. 3D model byl realizován ve standardizovaném formátu CityGML. Model integruje základní geografická data a průmyslově specifické informace. Díky nim je 3D model chápán jako komplexní

představení města pro možnost dobrého podnikání a průmyslu (Berlin Business Location Center 2013). Nově příchozí investoři mají možnost využít 3D model jako místo, ve kterém jsou sumarizovány veškeré potřebné informace pro jejich rozhodování ohledně umístění jejich podniků. Projekt je zpřístupněn ve 2 platformách plnohodnotné verze s vysokými detaily a verze pro širokou veřejnost. Byl použit i jako hlavní zdroj dat pro mnohé další projekty, například pro Berlínský solární atlas, který prezentuje v 2D i 3D verzi potenciál pro využití solárních kolektorů na jednotlivých budovách. 3D model města Berlín je zpřístupněn v 3D verzi také pro smartphone a tablet.



Obr. 1: Vizualizace prostředí 3D modelu města Berlín (zdroj: <http://www.businesslocationcenter.de>)

5.2 Rome Reborn

Projekt s názvem *Rome Reborn* byl mezinárodní iniciativou snažící se vytvořit 3D model města, který by zachytil jeho urbánní vývoj od prvního osídlení až po vylidňování v raném středověku (Rome Reborn 2010). Rok 320 našeho letopočtu byl stanoven jako nejvhodnější období pro zahájení 3D modelování, jelikož se starověký Řím nacházel na svém vrcholu v počtu obyvatel. Projekt počítá s pokrytím území před i po roce 320 našeho letopočtu, dokud 3D model nebude pokrývat veškeré stanovené časové období. Autoři projektu tvrdí, že primárním cílem první fáze projektu bylo prezentovat dostupné a nalezené informace

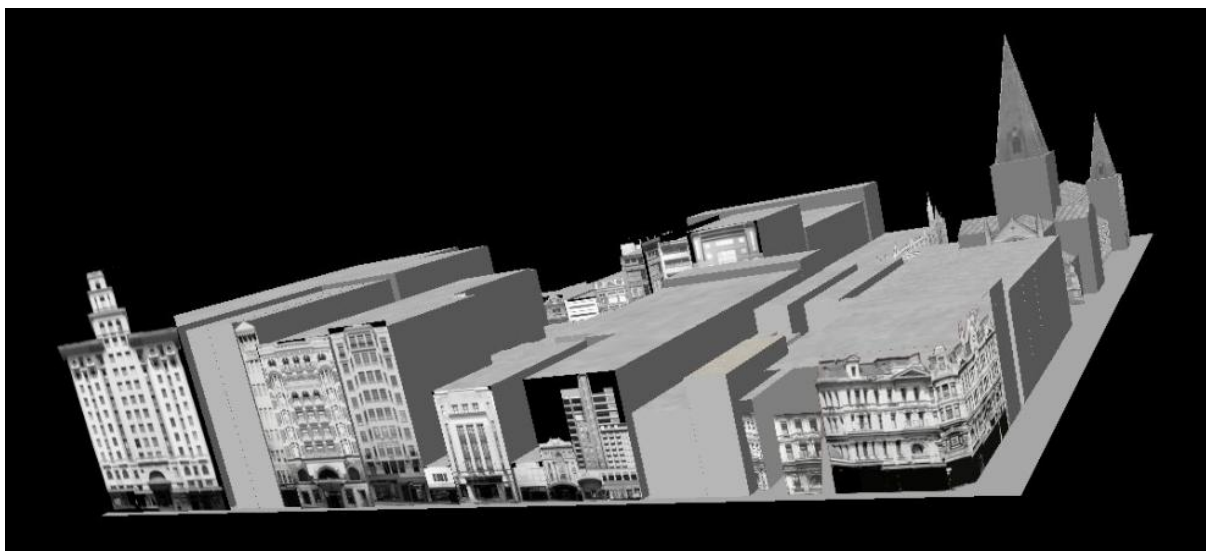
o městské topografii a vizualizaci starověkého Říma v období kolem roku 320 našeho letopočtu (Rome Reborn 2010). Následně pak vytvořit jakousi kyber infrastrukturu, ve které by mohl být model podle nově zjištěných informací upravován a zpřesňován. Guidi tvrdí, že 3D model slouží jako prezentace hypotéz, teorií, našich znalostí a nedostatků o tom, jak by vypadal starověký Řím na vrcholu svého rozvoje (Guidi 2012). Autoři dále upozorňují, že 3D model může být dobrým nástrojem pro výuku studentů i široké veřejnosti. S tímto názorem se naprosto ztotožňují, neboť 3D vizualizace umožňuje studentům přesněji a atraktivněji pochopit řešené území a tím i možná odhalit nové informace, které se z 2D vizualizace jen obtížně získají. Díky modelu mohou být prováděny experimenty, které by odhalily zatím neznámé fungování, například jak by budovy fungovaly z pohledu vytápění, větrání, osvětlení nebo pohybu osob. Mezi hlavní zdroje dat patří archeologické vykopávky a studie, kvantitativní údaje získané z dvou regionálních katalogů pocházejících ze 4. století našeho letopočtu a především plastický 3D model starověkého Říma od I. Gismondioho, který byl pomocí moderních technologií oskenován. Oskenovaný model obsahoval přes 260 milionů polygonů (Guidi 2012). Pokud u některých prvků modelu nebyly nalezeny žádné relevantní zdroje dat, byly v modelu vynechány. 3D model poskytuje budovy ve dvou kategoriích. První kategorie obsahuje zhruba 200 vysoce detailní modelů budov, ke kterým byly získány kvalitní a spolehlivé archeologické údaje (Obr. 2). Druhá kategorie obsahuje až 10 000 budov, známých pouze podle typu a jejich četnosti výskytu v jednotlivých částech města. Projekt je pro širokou veřejnost prezentován pomocí video sekvencí, které mohou uživatelé vidět na webových stránkách Youtube nebo Vimeo a v aplikaci Google Earth pod názvem *Ancient Rome 3D*.



Obr. 2: Vizualizace prostředí 3D modelu starověkého Říma (zdroj: www.romereborn.virginia.edu)

5.3 The City As Might Be

Projekt s názvem *The City As It Might Be* je situován do australského města Melbourne. V 60. letech díky budovatelskému boomu zmizela z města Melbourne i jiných australských měst značná část budov, mezi kterými se nacházelo i velké množství objektů s historickým významem. Díky těmto ztrátám začaly existovat potřeby po 3D virtuálních modelech, které by prezentovaly město, jak by vypadalo, kdyby tyto budovy stále stály (Cartwright 2006). Cílem 3D modelu města Melbourne bylo stvořit dílo, které by sloužilo pro lepší zhodnocování stávajících a ztracených budov a ke zlepšení společenských diskuzí ohledně budoucnosti okolního vývoje. Dále se model pokouší seznámit historiky s potenciálem 3D simulace pohybu pro lepší zhodnocování historických aspektů. 3D model byl realizován pouze pro 2 městské bloky a měl sloužit jako prototyp pro potenciálně celé střední Melbourne. Zpočátku proběhl průzkum území a identifikovaly se stále stojící významné budovy, u nichž byla provedena fotodokumentace, z které se následně vytvořila textura objektu a zároveň byla zjištěna jejich výška, která mohla sloužit jako poměrové měřítko pro již nestojící budovy. Z fotografií byly následně odstraněny nežádoucí prvky, například chodci, auta, stromy, jelikož by se na textuře objektu jevily jako neprostorové objekty a tím by kazily celý dojem 3D prostředí. U nestojících budov byly textury získány z různých zdrojů ve formě historických fotografií. Nejčastěji byly tvořeny kompozitním obrazem (Obr. 3), což znamená, že obraz tvořilo několik různých fotografií, které se musely vhodně upravit, aby poskytly ucelený obraz (Cartwright 2006). Hraniční okraje 3D modelu jsou vybaveny fotografiemi, které mají v 3D prostředí vytvořit prostorový efekt tak, že 3D model za okrajem nekončí. Na závěr byly veškeré barevné fotografie převedeny do odstínu šedi, aby ladily s odstínem černobílých historických fotografií. Model pracuje s programovacím jazykem VRML, který je stanoveným standardem pro popisování trojrozměrných scén nebo virtuálních světů na internetu (Dodge, aj. 2008).



Obr. 3: Vizualizace zájmového území města Melbourne s použitím kompozitního obrazu
(zdroj: Cartwright 2006)

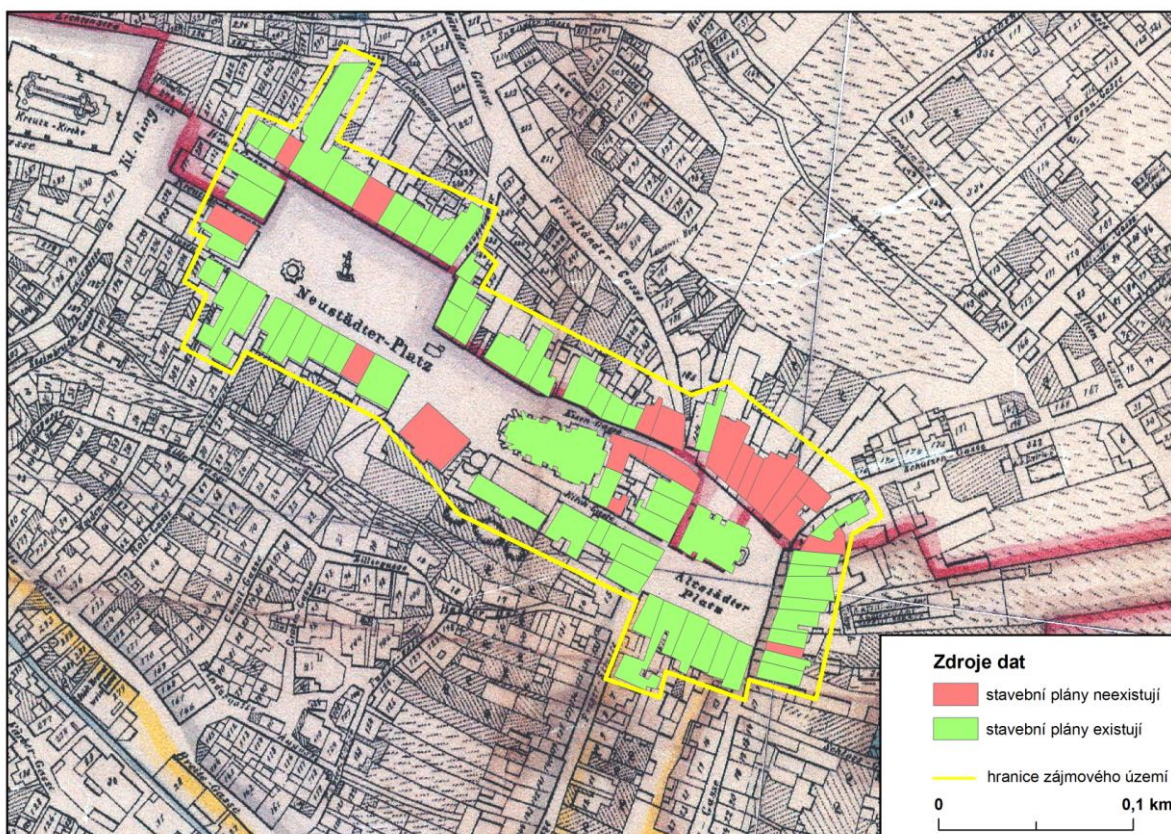
6. VYMEZENÍ STUDOVANÉHO ÚZEMÍ A ČASOVÉHO OBDOBÍ

Díky historickému aspektu bakalářské práce bylo potřeba vymezit nejenom studované území, ale také časové období, v kterém budou jednotlivé 3D objekty modelovány.

6.1 Studované území

Vymezit rozsah studovaného území bylo obtížné, jelikož v žádném zdroji dat v rešeršní části práce nebyla zjištěna časová náročnost 3D modelování. Během výběru studované oblasti byly kladeny požadavky na její kompaktnost, znalost, atraktivitu a historický význam. **Kompaktnost území** byla požadována z důvodů ucelenosti a propojenosti výsledného 3D modelu tak, aby výsledkem nebyly například dvě lokality, které jsou umístěny v různých částech města, daleko od sebe. Díky tomu působí vytvořený 3D model uzavřeným dojmem. **Znalost oblasti** z pohledu široké veřejnosti dopomohla k atraktivitě a lepší představě o minulém stavu studovaného území. Bylo také potřeba vybrat území, které díky modelovanému časovému období města nebude limitováno nedostatkem zdrojových dat, které jsou pro tvorbu 3D objektů nezbytné. S vědomím, že území tvoří historické jádro a jednu z nejnavštěvovanějších a nejatraktivnějších částí města Liberce, byla možnost nedostatku zdrojových dat nepředpokládána.

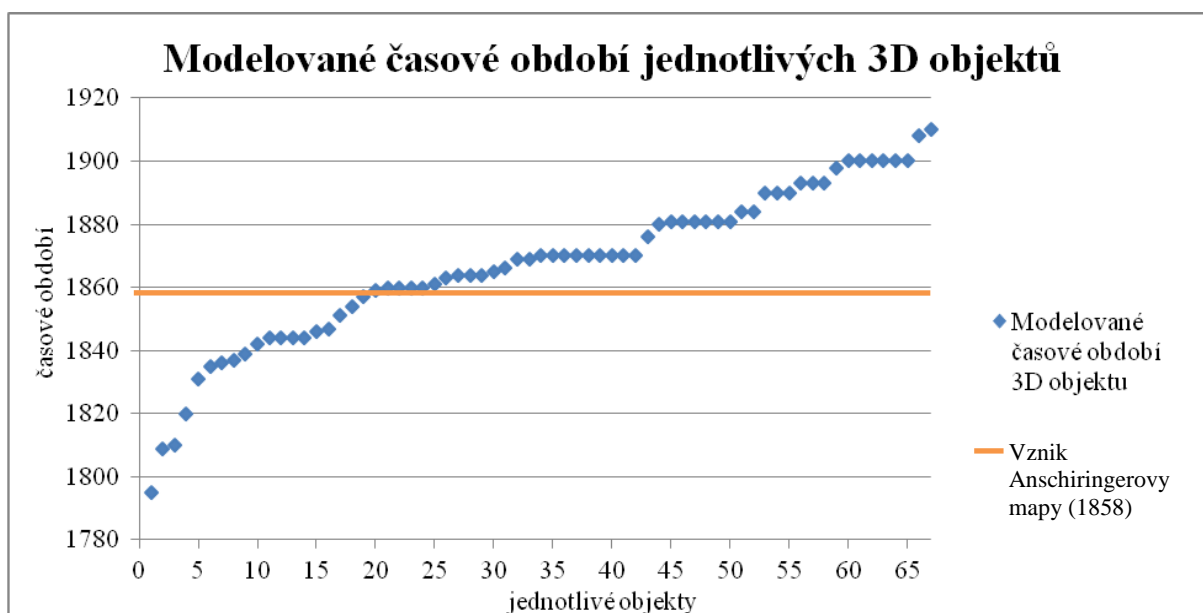
Pro začátek bylo potřeba vybrat testovací oblast, která svým rozsahem respektive počtem budov nepředstavuje časově náročnou oblast a bude možno ji úspěšně realizovat do ukončení bakalářské práce. Primárně bylo vybráno náměstí Dr. E. Beneše. K němu byly shromažďovány zdroje dat (kapitola 7) potřebné k tvorbě jednotlivých 3D objektů. Po získání dostatečného množství dat a pro možnost tvorby rozsáhlejšího 3D modelu bylo studované území rozšířeno západním směrem k Sokolovskému náměstí. Tím vznikl finální rozsah studovaného území, které tvoří náměstí Dr. E. Beneše a Sokolovské náměstí, které jsou propojeny ulicemi Kostelní, Růžová a Železná (Obr. 4). V zájmovém území se nachází 78 objektů.



Obr. 4: Výřez z Anschiringerovy mapy s vizualizací studovaného území a dostupností stavebních plánů (zdroj: SOKA v Liberci, vlastní úpravy)

6.2 Časové období

Pro studovanou oblast bylo potřeba zvolit časové období, pro které budou získávána zdrojová data. Není možné získat potřebná data o výšce budovy, fasádě a její barvě pro jeden stanovený rok, jelikož zhruba před 150 lety nebylo mnoho možností a potřeb archivovat stav jednotlivých objektů pro potřeby současné. Zdrojová data byla vyhledávána primárně k roku 1858. V tomto roce byla vydána Anschiringerova mapa, která obsahuje polohopis půdorysů budov. Polohopisem půdorysů získáme časovou informaci o existenci veškerých budov ve studované oblasti k roku 1858. Zdrojová data byla tedy získávána co nejblíže stanovenému roku 1858. Mezi nejvhodnější data můžeme zařadit ty, které zachycují stav před rokem 1858 a méně vhodná po roce 1858. Prioritně byla vyhledávána data před rokem 1858, jelikož pravděpodobněji zachycují stav, který jednotlivé budovy v daném roce měly. Pokud se taková nevyskytovala, byla nahrazena těmi, které svým časovým obdobím zachycovaly stav nejblíže roku 1858. Časové rozmezí je tedy dáno obdobím zachyceným na stavebních plánech, historických fotografiích, pohlednicích a malbách (Graf 1).



Graf 1: Modelované časové období jednotlivých 3D objektů ve studovaném území (zdroj: vlastní zpracování)

pozn. Jedna jednotka na vodorovné ose s názvem „jednotlivé objekty“ reprezentuje jeden reálný objekt v 3D modelu. V grafu není zahrnuto 11 objektů, které nemají jasně definované časové období pro jeden rok.

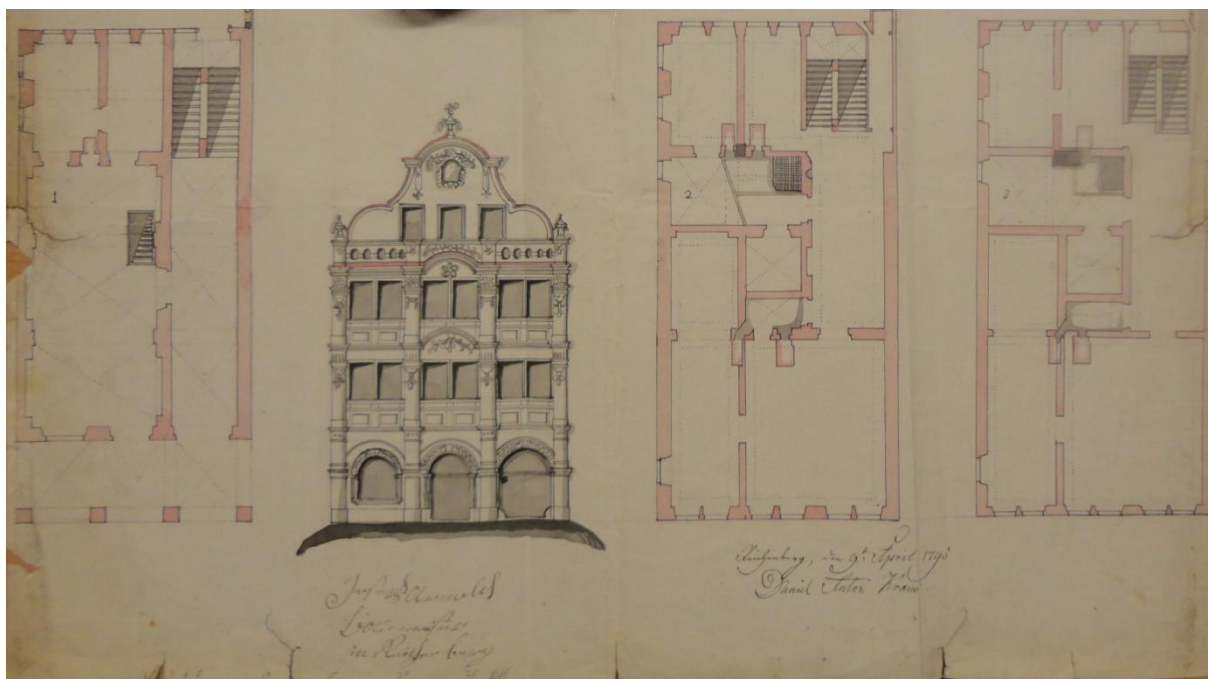
7. ZDROJE DAT

Data použitá pro řešení bakalářské práce byla získána metodou bádání (kapitola 4) z několika zdrojů a institucí. Potřebná data musela obsahovat historický aspekt, z něhož bylo možné získat povědomí o minulém stavu zájmového území. Jedná se o historické fotografie, pohlednice, malby, obrazy, grafiky, historické stavební plány, staré mapy i textové materiály k jednotlivým budovám. Podle potřebných druhů dat byly identifikovány instituce, které spravují nebo archivují historické materiály. Hlavními zdroji dat byly určeny instituce Archiv stavebního úřadu v Liberci, Státní okresní archiv v Liberci a Severočeské muzeum v Liberci. Shromažďování zdrojových dat patřilo spolu se samotným 3D modelováním k nejvíce časově náročným částem práce. Pro urychlení práce se zdrojovými daty byla navržena jejich struktura ukládání (kapitola 4).

7.1 Archiv stavebního úřadu v Liberci

V archivu Stavebního úřadu v Liberci (dále jen ASÚ) se nacházela nejpočetnější skupina potřebných dat. Jednalo se o historické stavební plány stále stojících budov nebo budov po rekonstrukci. Ostatní budovy, tedy objekty po demolici, jsou posílány do Státního okresního archivu v Liberci (dále jen SOKA).

Tento zdroj dat byl probádán jako první, jelikož bylo předpokládáno, že se zde bude nacházet nejvíce historických stavebních plánů. **Historický stavební plán** zachycuje minulý stav budovy v půdorysném, bokorysném a nárysném zobrazení v určitém měřítku. ASÚ v Liberci byl předložen seznam všech potřebných budov, u kterých byl připsán jedinečný identifikátor v podobě čísla popisného a okrsku. Seznam byl předkládán po několika částech, neboť nebylo možné předložit kompletní seznam najednou z důvodu časové náročnosti vyhledání archivního materiálu pro archiváře v ASÚ v Liberci. Části seznamu byly vytvářeny buď kompletně podle ulic, bloků budov, nebo po sobě jdoucích číslech popisných z důvodů přehlednosti při vyhledávání. To z toho důvodu, aby při následné kontrole, zda byly probádány veškeré stavební plány předložené na seznamu, nedošlo k chybám. Po probádání veškerých budov ze seznamu v ASÚ v Liberci byl z nenalezených budov vytvořen seznam, který se předložil archivářům v SOKA v Liberci pro nalezení zbývajících plánů. Z ASÚ v Liberci bylo použito celkem 26 stavebních plánů. Nejstarší, který byl použit, byl z roku 1795 pro objekt číslo 14/II (Obr. 5).



Obr. 5: Nejstarší použitý stavební plán z roku 1795 pro objekt 14/II na náměstí Dr. E. Beneše (zdroj: ASÚ v Liberci)

7.2 Státní okresní archiv v Liberci

SOKA v Liberci byl, co se rozmanitosti týče, nejcennějším zdrojem dat pro mou bakalářskou práci. Poskytl data jak o polohopisu půdorysu, výšce, tak o vzhledu fasád jednotlivých budov.

Polohopisná data půdorysů budov byla získána ze Sbírký starých map města Liberce. Jako hlavní zdroj dat o polohopisném, tedy prostorovém rozmístění jednotlivých budov, byla vybrána Anschiringerova mapa z roku 1858 (Aschiringer 1858). Anschiringerova mapa byla první tištěný plán zachycující město Liberec (Karpaš 2004). Mapa poskytuje informace o rozmístění jednotlivých budov spolu s číslem popisným a barevným rozlišením podle příslušnosti k městským okrskům. Z čísla popisného a čísla okrsku byl sestaven jedinečný identifikátor pro identifikaci jednotlivých budov (kapitola 4).

Data o výšce budov získaných z historických stavebních plánů byla poskytnuta SOKA v Liberci. V SOKA v Liberci se nacházejí pouze stavební plány již nestojících budov, které sem posílá ASÚ v Liberci. Podle identifikátoru bylo požádáno o stavební plány, které se zde nacházejí. Plány byly zdokumentovány (kapitola 4) a později sloužily jako hlavní zdroj pro modelování hrubé stavby a fasád jednotlivých budov. Ze SOKA v Liberci bylo použito 10 historických stavebních plánů nestojících objektů.

V SOKA v Liberci se také nachází sbírka historických fotografií. **Historická fotografie** zobrazuje minulý stav prostředí pomocí obrazového materiálu a zachycuje jeho změnu v čase. Historické fotografie nejsou tříděny do různých kategorií. Tím je tedy ztíženo vyhledávání fotografií, na kterých by byl zachycen historický stav města Liberce. Vyhledávání funguje na klasickém dotazování se do databáze podle různých identifikátorů, jak to známe například u průzkumníka v softwaru Windows. Tento zdroj dat však nebyl tak důkladně probádán, jak by bylo potřeba, jelikož v SOKA v Liberci je možnost návštěvy za účelem bádání omezena pouze na pondělí a středu. Už s tak velkým počtem návštěv kvůli stavebním plánům a jiných institucí kvůli datům nebylo možné tento průzkum realizovat. Nicméně byl jsem ujištěn, že významné množství fotografií, které se nacházejí v SOKA v Liberci, bylo použito v knižních publikacích jako např. *Kniha o Liberci* (Karpaš 2004) nebo *Liberec: Mezi vzpomínkou a přítomností* (Čtveráček 2001), a ty probádány byly.

Zajímavý zdroj dat, který Anschiringerova mapa poskytuje, je *Adress-Buch der Stadt Reichenberg* z roku 1863. Rejstřík obsahuje seznam veškerých budov, jestli se v nich nacházely obchody, jejich zaměření nebo například jména vlastníků budov. Data byla pomocí jedinečného identifikátoru importována k jednotlivým budovám a přidána do atributové tabulky.

7.3 Severočeské muzeum v Liberci

Sbírky Severočeského muzea v Liberci (dále jen SM) poskytly data o barvě a vzhledu fasád. Historicky orientovaný obrazový materiál se nachází ve Sbírkách pohlednic a historické fotografie. Kurátorkou obou sbírek je paní Markéta Lhotová, PhDr.

Sbírka pohlednic znamenala pro mou práci důležitý zdroj dat. Byl to jediný pramen, který mohl poskytnout informace o barevnosti fasád. Je však potřeba si uvědomit, že barevnost zachycená na pohlednicích nemusí vždy odpovídat realitě. Problém byl potvrzen i pracovníci SM v Liberci a kurátorkou sbírek Markétou Lhotovou. Při získávání potřebných dat nebylo nutné předložit jedinečný identifikátor jako u předchozích dvou případů, ale stačilo poskytnout seznam ulic a časové období, které by mělo být zaznamenáno na pohlednicích. Vybrané pohlednice, které odpovídaly požadavkům, byly buď již naskenované pracovníky SM v Liberci, nebo byla možnost jednotlivé pohlednice vyfotografovat. Ze SM v Liberci bylo použito 7 pohlednic.

Sbírka **historických fotografií** poskytuje data nejen o vzhledu fasád, ale také o výšce jednotlivých budov i celých bloků. Sbírku nebylo možné využít jako zdroj dat pro barevnost fasád, neboť v té době existovaly pouze černobílé fotoaparáty (Obr. 6). Dobré využití

fotografií bylo při porovnávání a určování výšky jednotlivých budov. Především u těch, u kterých nebyly nalezeny žádné stavební plány tedy data o výšce budovy. Dále bylo možné vyčíst, jaký materiál byl kde použit a tím odhadnout barvu dané části fasády. Ze Sbírký historických fotografií bylo použito 37 historických fotografií.



Obr. 6: Fotografie severní části Sokolovského náměstí z roku 1870 (zdroj: SM v Liberci)

7.4 Knižní publikace

Z knižních publikací byla získána obrazová data v podobě historických fotografií, pohlednic, maleb, obrazů, grafik apod., ale také některé textové informace, které byly obsaženy v popisu u výše zmiňovaných obrazových dat.

Především byly použity publikace *Liberec: Mezi vzpomínkou a přítomností* (Čtveráček, 2001), *Kouzlo starých pohlednic Liberecka* (Karpaš, 1997), *Liberec: urbanismus, pomníky, architektura, objekty, industriál, památky* (Zeman, 2012), *Kniha o Liberci* (Karpaš, 2004) a *Ročenky Liberecké architektury* (Čtveráček, 2005). Publikace byly již využity v rešeršní části jako počáteční zdroj pro identifikaci zdrojů dat pro mou bakalářskou práci, jelikož u každých obrazových dat byla uvedena citace, odkud je daná fotografie, pohlednice nebo malba pořízena. Z knižních publikací bylo použito 233 fotografií.

7.5 Internet

Internet sloužil pro získávání obrazových dat, která byla zmíněna ve dvou předchozích případech. Jejich získaný počet však nebyl nijak výrazný. Internet sloužil hlavně jako zdroj dat a informací pro řešeršní část bakalářské práce.

7.6 Odborníci

Při takto odborné práci, která zasahuje do několika vědních disciplín jako například geografie, historie nebo architektura, je komunikace s odborníky nezbytná. Díky ní získáme jiný než vlastní pohled na problematiku řešené věci a může nám být dobrým nástrojem pro odstranění chyb, kterých se díky neznalosti dané vědní disciplíny můžeme dopustit. V mé práci byla využita komunikace s odborníky (kapitola 4) především z řad zaměstnanců katedry architektury a aplikované matematiky z Technické univerzity v Liberci, odborníky Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (dále jen ČÚZK) a zaměstnanců ze Severočeského Muzea v Liberci.

7.7 Souhrn

Kombinací dat z uvedených zdrojů lze získat potřebné množství informací a dat k zahájení modelování 3D modelu města Liberce. Hlavní polohopisné informace, kde se nacházely jednotlivé budovy, byly zjištěny z Anschiringerovy mapy (Anschiringer 1858). Data potřebná pro sestrojení kostry a fasády budov byla nalezena v SOKA a ASÚ v Liberci v podobě historických stavebních plánů. Pokud se stavební plán budovy nenacházel v SOKA ani v ASÚ v Liberci, bylo stanoveno, že stavební plány neexistují. Bylo tedy nutné identifikovat potřebná data z jiných zdrojů (Tab. 1). To však neznamená, že stavební plány opravdu neexistují. Nabízí se například možnost obrátit se přímo na majitele domů a zjistit, zda potřebné plány nevlastní on sám. Barevnost jednotlivých objektů byla získána převážně ze starých pohlednic, které se nacházely v knižních publikacích nebo v SM v Liberci.

IDENTIFIKOVANÉ INSTITUTE A ZDROJE DAT	Stavební plány stojících budov	Stavební plány nestojících budov	Historické fotografie	Pohlednice	Malby, obrazy, grafiky, apod.
Archiv stavebního úřadu v Liberci	ANO	NE	NE	NE	NE
Státní okresní archiv v Liberci	NE	ANO	ANO	NE	NE
Severočeské muzeum v Liberci	NE	NE	ANO	ANO	ANO
Knižní publikace	ANO	ANO	ANO	ANO	ANO
Internet	NE	NE	ANO	ANO	NE

Tab. 1: Dostupnost potřebných materiálů ve vybraných institucích a zdrojích dat
(zdroj: vlastní zpracování)

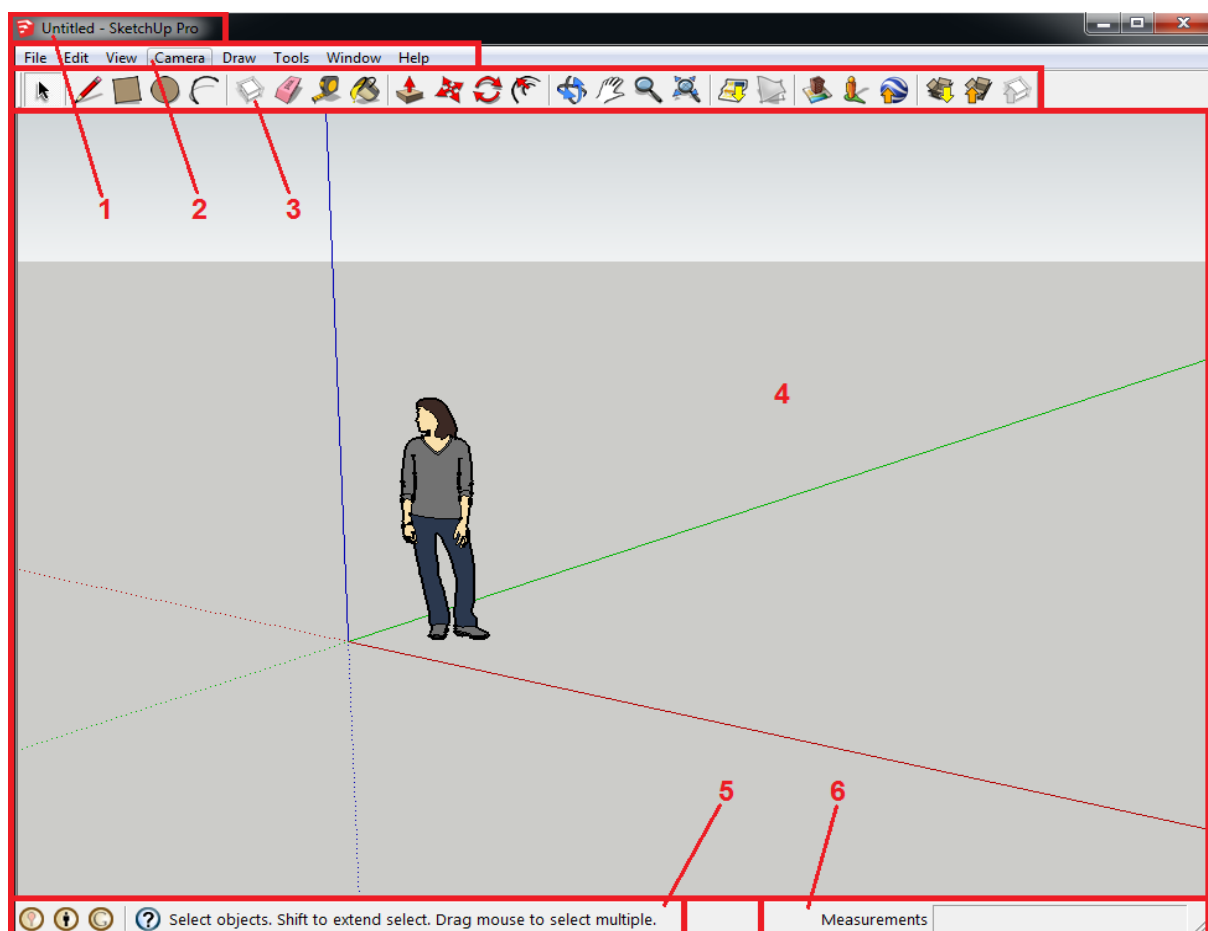
8. POUŽITÝ SOFTWARE

Pro řešení cílů bakalářské práce bylo použito několik softwarových programů. Mezi tyto programy patří grafický 3D editor SketchUp 8, GIS software ArcGIS 10.0, grafický editor Photoshop CS5 a software Google Earth. V následujícím textu budou jednotlivé programy představeny a bude stručně popsáno jejich využití na konkrétních případech.

8.1 SketchUp 8

V současné době není problém nalézt kvalitní grafický 3D editor, který umožňuje konstruovat 3D objekty. Mezi nejznámější 3D editory patří software CityEngine, SketchUp, Blender, Rhinoceros nebo MultiGen Creator, ve kterém byl modelován například projekt *Rome Reborn* (Rome Reborn 2010). Rozdíl mezi jednotlivými softwary můžeme hledat především v jeho možnostech zobrazení, jeho nástrojích nebo také v široké škále importních a exportních formátů. Většina zmíněných vlastností se drží ruku v ruce s pořizovacími náklady jednotlivých programů. Z tohoto důvodu byla stanovena dvě kritéria, která námi požadovaný grafický 3D editor musel obsahovat. V první řadě musel být volně dostupný, tedy bez pořizovacích nákladů, a zároveň musel obsahovat možnost exportu do formátu *Collada* pro import do softwaru ArcScene a formátu KML nebo KMZ pro možné publikování 3D objektů v aplikaci Google Earth, respektive 3D Warehouse. Požadavek na kvalitní vizualizaci vytvořených 3D objektů je samozřejmostí. Po zvážení všech dostupných informací byl vybrán software SketchUp 8. Tento program sice neposkytuje tak širokou škálu možností práce s 3D objekty jako profesionální programy, nicméně jeho volná dostupnost, dobré uživatelské rozhraní, nenáročné požadavky na hardware a jeho stabilita z něj dělají kvalitní a vhodný grafický 3D editor. Podobné pozitivní názory na program SketchUp 8 byly shrnuty v bakalářské práci zabývající se porovnáním vybraných softwarů pro 3D modelování (Dolejší 2011). V porovnání s ostatními softwary byl sice program SketchUp 8 hodnocen hůře, ale cena ostatních profesionálních programů se pohybovala v řádech několika desítek tisíc korun. Výhodou vybraného programu je také primární orientace na tvorbu 3D budov a přímá možnost exportu vytvořených budov do databáze 3D Warehouse a aplikace Google Earth.

Grafický 3D editor SketchUp 8 od společnosti Trimble byl v práci využíván pro tvorbu jednotlivých 3D objektů a prezentaci výsledného 3D modelu. Uživatelské rozhraní (Obr. 7) je tvořeno záhlavím, menu, panelem nástrojů, kreslicí plochou, status panelem a měřicím nástrojem (SketchUp Help 2013).



Obr. 7: Uživatelské prostředí programu SketchUp 8,1. 1. záhlaví 2. menu 3. panel nástrojů 4. kreslicí plocha 5. status panel 6. měřicí nástroj (zdroj: vlastní zpracování)

Práce v programu je realizovaná malým počtem, ale efektivním využitím nástrojů. Jednotlivé geometrické tvary jsou kresleny pomocí linií a polygonů, které zakresluje do ortogonálního souřadnicového systému X, Y, Z. Možnost orientace v prostředí pomocí souřadnicové sítě zde bohužel není (Dolejší 2011). Základním principem 3D modelování je vytažení geometrických tvarů pomocí nástroje *Push/Pull*, a tím vytvoření prostorových respektive objemných 3D objektů. Ortogonální projekce objektů můžeme docílit využitím pomocných os prostřednictvím nástroje *Tape Measure Tool*, které po překreslení liniemi smažeme. Vytvořené holé 3D objekty je možno pokrýt texturami. Samotný program nabízí několik kategorií textur podle druhu materiálu, které jsou běžně na reálných budovách používány. S vlastností textur se dá podle možných nástrojů manipulovat. Nabízí se možnosti zmenšení a zvětšení textury, nastavení odstínu, barevnosti i průhlednosti. Program poskytuje import vlastně vytvořených textur, které jdou dále editovat podle zmíněných možností. Software disponuje při exportu celkem malým počtem formátů, ale pro naši potřebu plně

dostačujících. Větší počet formátů je obsažen ve verzi SketchUp 8 Pro, která se pohybuje cenově okolo 10 000,- Kč (Trimble SketchUp 2013).

8.2 ArcGIS 10.0.

GIS software od společnosti ESRI slouží pro sběr, ukládání, správu, analýzu, syntézu a prezentaci geografických dat (Rapant 2005). Pro náš pracovní rámec byly využity aplikace ArcMap 10.0 a ArcScene 10.0 z verze ArcGIS Desktop 10.0, jejichž licenci vlastní TUL. V obou těchto aplikacích bylo pracováno ve strukturovaném formátu Geodatabase a souřadnicovém systému S-JTSK. Uživatelské prostředí poskytuje širokou paletu možných nástrojů pro analýzu prostorových dat. V našem případě byla využita pouze možnost georeferencování (kapitola 12), digitalizace dat (kapitola 4), editace dat (kapitola 4) a propojení tabulek (kapitola 11.2). Nástroje byly využity pouze pro konverzi do jiných potřebných formátů. Ve srovnání s uživatelským prostředím programu SketchUp 8 je ArcGIS 10.0 náročnější a složitější. Stabilita a výkon softwaru byly v rozsahu mé práce obstojné.

Program ArcMap pracující v 2D zobrazení umožňuje prezentaci geografických informací jako soubor vrstev a dalších prvků zobrazených v mapě (Desktop help 10.0. 2012b). ArcMap byl využit pro georeferencování Anschiringerovy mapy a následnou digitalizaci půdorysů budov. S následným připojením atributů k jednotlivým prvkům bylo získáno dobré prostředí pro správu a organizaci dat v oblasti zdrojových informací přímo v programu ArcMap. Pomocí vložených atributů bylo možné identifikovat, pro jaké budovy zdrojová data chybí nebo naopak, a jaké zdroje dat jsou pro danou budovu k dispozici.

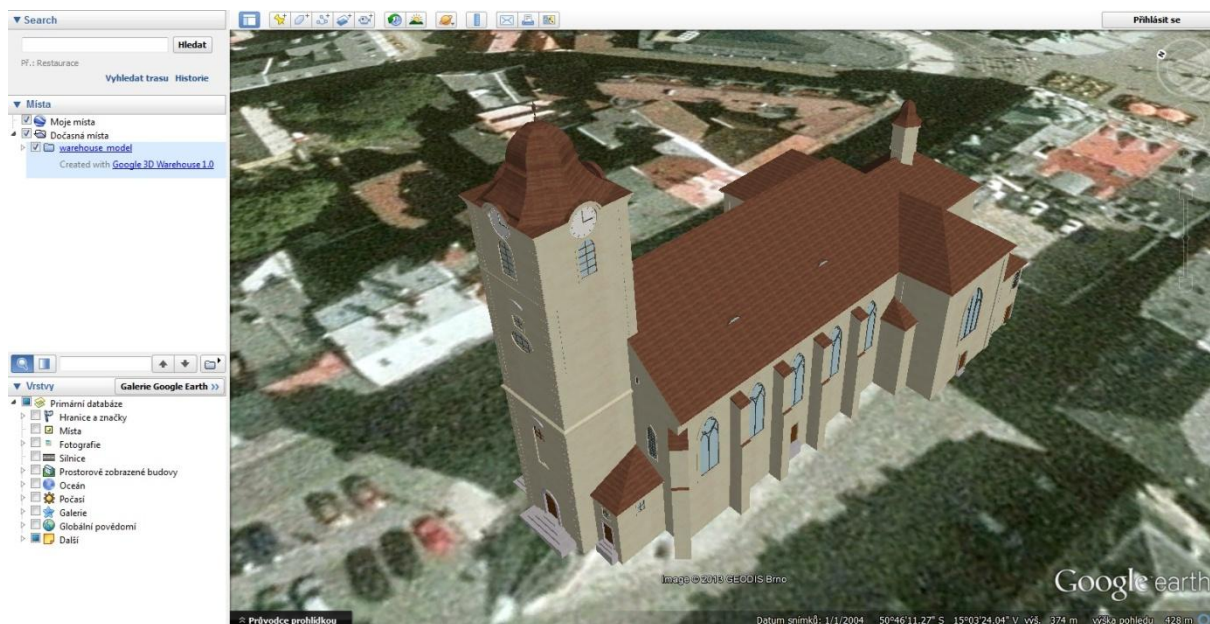
Práce v ArcScene umožňuje zobrazit geografický obsah v 3D prostředí. Přidává hodnotu Z souřadnice čili výšku. Pomocí této aplikace byly na DMR vloženy vytvořené 3D objekty a k nim připojeny prostorové i neprostorové atributy. Výsledkem práce v ArcScene je výsledná datová vrstva s připojenými atributy sloužící například pro správu 3D objektů.

8.3 Adobe Photoshop CS5

Program Photoshop CS5 od společnosti Adobe je profesionální program pro práci s digitálním obrazem (Adobe 2013). Tento program byl využit pro úpravu obrazového materiálu a tvorbu fasád pro 3D objekty (kapitola 13.2.3). K vyřízení fasády byl použit nástroj Oříznutí.

8.4 Google Earth

Aplikaci Google Earth můžeme prezentovat jako virtuální glóbus obsahující mapy a geografické informace. Další možné prvky, které můžeme zobrazit, jsou integrované programy a jejich obsah jako Wikipedia, Panoramio nebo například Youtube. Google Earth je dostupný ve verzích pro stolní počítač, webové rozhraní a mobilní telefon. Nejznámější verze licence programu je volně dostupná na internetu. Dále existují placené verze Google Earth Pro a Google Earth Enterprise, které umožňují stejné možnosti jako volně dostupná licence a navíc obsahují profesionální nástroje GIS a umožňují práci s větším objemem dat (Google Earth 2013). V našem případě byla využita licence volně dostupná. Aplikace byla použita v databázi 3D Warehouse pro zobrazení jednotlivých budov na 3D mapě.



Obr. 8: Vizualizace prostředí aplikace Google Earth se zobrazením kostela sv. Antonína z období 70. let 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

9. FORMÁTY DAT

Pro pochopení několika následujících částí práce je potřeba definovat hlavní formáty dat, s kterými bylo pracováno. Budou zde představeny čtyři hlavní, které jsou pro tuto práci nezbytné. Ostatní formáty jako například obrazové a formáty prvků v geodatabázi budou představeny v kapitole 11.

9.1 ESRI File Geodatabase (GDB)

Souborová geodatabáze je datová struktura, která je primárním datovým formátem pro editaci a správu dat v prostředí programu ArcGIS (Desktop Help 10.0. 2012). Pracuje s databázovým systémem řízení (DBMS) a nabízí dvě verze formátu *ESRI Personal Geodatabase* a *ESRI File Geodatabase*. Slouží jako úložiště prostorových i neprostorových geografických dat a pomocí vhodných nástrojů pracuje s prostorovými vztahy mezi jednotlivými prvky geodatabáze. Mezi prvky geodatabáze můžeme zařadit třídy prvků, rastry a tabulky.

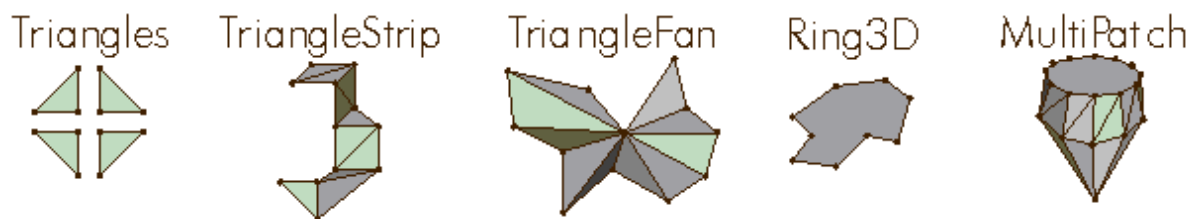
S formátem *ESRI File Geodatabase* bylo pracováno při vytváření datové vrstvy 3D objektů v prostředí programu ArcGIS 10.0. Nabízela se možnost využití formátu *Shapefile*, který je předchůdcem formátu *ESRI File Geodatabase*. Z důvodů zastaralosti, neumožnění nastavení topologie a možné nekompatibility s možnými současnými formáty dat, se kterými bylo pracováno, byla tato možnost zamítnuta. Konkrétní využití *ESRI File Geodatabase* bude popsáno v části řešící datovou strukturu práce (kapitola 11).

9.2 Multipatch

Multipatch je datový formát používaný pro reprezentaci 3D objektů. Byl vyvinut jako standard společností ESRI v roce 1997 (ESRI 2008). Formát *Multipatch* obsahuje prvky respektive 3D objekty, které jsou tvořeny trojúhelníky a *rings*. Vhodnou kombinací těchto geometrických prvků můžeme vytvořit jednoduché i složité 3D objekty. Formát nabízí možnost připojení textury na plochu 3D objektu a je kompatibilní pro export do formátu *Collada*. Jako jedna z tříd prvků umožňuje formát připojení prostorových a neprostorových atributů.

Formát *Multipatch* byl použit pro konverzi do formátu *Collada* a následný export 3D objektu respektive vyzvednutého půdorysu z programu ArcScene do prostředí programu SketchUp 8. Konverze byla nutná, jelikož grafický editor SketchUp 8 neumí s formátem *Multipatch* pracovat. Následně byl formát použit po importu finálního 3D objektu pro

konverzi do třídy prvků zpět do softwaru ArcScene, kde se stal součástí datové vrstvy a byly k němu připojeny potřebné atributy.



Obr. 9: Geometrické prvky tvořící formát *Multipatch* (zdroj: <http://resources.arcgis.com>)

9.3 Collada (DAE)

Formát *Collada* je zkratka pro *Collaborative Design Activity*, která byla vytvořena firmou Sony Computers Entertainment. Je prezentována, jako volné XML schéma umožňující svobodnou digitální výměnu majetku bez ztráty informací v rámci interaktivního 3D průmyslu (Mediawiki 2012). Jako volné XML schéma umožňuje otvírat, ukládat i editovat. Stala se otevřeným standardem společnosti The Khronos Group Inc., kde členové konsorcia usměrňují formát *Collada* jako střed zájmu digitálních nástrojových řetězců používaných v 3D interaktivním průmyslu.

Jak již bylo zmíněno výše, formát *Collada* byl použit pro export z programu ArcScene a pro následný import do softwaru SketchUp 8. Samotné 3D objekty budov byly ukládány také v této formátové podobě z důvodů možné kompatibility mezi oběma programy.

9.4 Keyhole Markup Language (KML a KMZ)

Souborový formát pro ukládání a modelování geografických funkcí zobrazených v aplikaci Google Earth. *Keyhole Markup Language* (dále jen KML), známý také jako značkovací jazyk, je gramatikou jazyka XML (Support Google 2013). Byl přijat jako standard v *Open Geospatial Consortium* (OGC 2013). V aplikaci Google Earth je prioritním vstupním formátem 3D objektů prezentovaných v prostředí softwaru. Formát KMZ je komprimovaná verze formátu KML. Oba formáty jsou zcela kompatibilní s aplikací Google earth a mohou být exportovány z grafického editoru SketchUp 8.

Pro zobrazení 3D modelu široké veřejnosti byla vybrána databáze 3D Warehouse pro následnou vizualizaci v aplikaci Google earth. Zmiňované formáty byly tedy využity pro export finálních verzí 3D objektů ze softwaru SketchUp 8 a importovány do databáze 3D Warehouse.

10. METODY 3D MODELOVÁNÍ

Ve studované odborné literatuře bylo identifikováno několik možných metod 3D modelování objektů. Mezi tyto metody patří pozemní laserové skenování, fotogrammetrie, geodetické zaměření, procedurální a ruční modelování. Kritérium pro výběr metody 3D modelování bylo jeho finanční nenáročnost a aplikovatelnost s přihlédnutím na možnost sběru a dostupnost dat pro 3D modelování nestojících budov.

10.1 Pozemní laserové skenování

Pozemní skenování je bezkontaktní metoda získávání prostorových souřadnic nejenom staveb a konstrukcí budov (Land Management 2011). Může být rozděleno na statické, mobilní a letecké měření (Vrňáková 2009). Při realizaci pozemního laserového skenování je potřeba 3D laserový skener, řídicí počítač, vhodný software a příslušenství jako například stativ nebo baterie. Výsledkem skenování je husté mračno bodů, které se nejčastěji v CAD softwaru převede na virtuální 3D objekt. Výhodou této metody je velmi přesné zaměření objektu, rychlé zpracování nasbíraných dat a vysoká produktivita práce při jejich sběru (Land Management 2011). Výrazná nevýhoda metody je její finanční náročnost a velký datový objem. Pro můj rozsah práce je tato metoda nevhodná, jelikož většina modelovaných budov již nestojí, nebo výrazně změnila svůj vzhledový charakter.

10.2 Fotogrammetrie

Metodou fotogrammetrie získáváme informace o objektu měřením z obrazového materiálu, nejčastěji z fotografických snímků (Land Management 2011b). Probíhá bezdotykovým měřením použitím speciální fotogrammetrické měřičské komory. Existuje i možnost použití klasického běžného fotoaparátu (Vrňáková 2009). Fotogrammetrické metody můžeme rozdělit do několika kategorií. Nejznámější je rozdělení podle polohy stanoviště na pozemní a leteckou fotogrammetrii. Dále může být metoda rozdělena podle počtu vyhodnocovacích snímků, způsobu zpracování snímků a druhu záznamu výstupních hodnot (Böhm 2002). Základním principem pozemní fotogrammetrie, která se pro modelování budov nabízí, je převod středového vstupního fotografického snímku na pravoúhlý průmět (Land Management 2011b). Pro prostorově orientované objekty je vhodné použít stereofotogrammetrii, která pracuje se dvěma snímky a využívá umělého stereovjemu. Výhodou metody fotogrammetrie je její časová a oproti pozemnímu skenování i finanční

nenáročnost (Belai 2012) a možnost použití novějších fotoaparátů. Ze stejných důvodů jako metodu pozemního skenování není možné tuto metodu využít.

10.3 Geodetické zaměření

Geodetické zaměření kombinuje pozemní bezdotykové měření s dotykovým. Měření je realizováno prostřednictvím totální stanice. Ke zpřesnění výsledků, respektive pro přesnější určení tvaru objektu, se používají výsledky ostatních metod jako například z laserového skenování nebo fotogrammetrie. Nevýhodou metody je její časová náročnost oproti ostatním zmíněným metodám. Geodetické zaměření z důvodů několika demolic historických budov v zájmovém území nebylo možné realizovat.

10.4 Procedurální modelování

Metoda procedurálního modelování závisí na stanovených pravidlech neboli ručním zadávání geometrického popisu (Strachota 2013). Výsledek metody je generován pomocí námi stanovených algoritmů. Používá se při potřebě rychlejšího a jednoduššího způsobu modelování rozlehlejších modelů jako jsou například města (Ceeová 2010). Základní princip spočívá v rozložení složitých objektů na menší a jednodušší geometrické objekty, které se v objektu opakují (Ceeová 2010). Výhodou této metody je již zmiňované ulehčení časové náročnosti při rozsáhlejších 3D modelech. Nevýhodou procedurálního modelování bývá fakt, že modelovaný objekt není reálně zobrazen při jeho konstruování. Jeho vzhled můžeme identifikovat až po exportování do jiného programu. Další nevýhoda metody je v potřebě znát potřebné příkazy a parametry pro zadávání pravidel modelování. Oproti ostatním uvedeným metodám je procedurální modelování možné v naší práci aplikovat.

10.5 Ruční modelování

Ručním modelováním vytváříme 3D objekty pomocí vhodných nástrojů pro modelování, které nám daný software nabízí. Pro zjištění a zadání potřebných prostorových informací, podle kterých se daný objekt má modelovat, mohou být jako zdroje dat použity například stavební plány nebo jakýkoliv obrazový materiál. Objekt je konstruován většinou základními geometrickými prvky, jako jsou linie a polygony. Z těchto základních prvků jsou tvořeny složitější geometrické tvary, které ve výsledku tvoří konečnou podobu 3D objektu. V některých programech jako například SketchUp je nabízena možnost „vyzdvižení“ geometrického tvaru do určité hodnoty souřadnice Z tedy výšky (pokud je geometrický tvar kreslen v půdorysu tedy v souřadnicích X a Y), díky které objekt získá prostorový vjem. Pro

kvalitnější vizualizaci je možnost použít obrazový materiál jako texturu a tím docílit realističtějšího vzhledu 3D objektu. Výhodou této metody je u některých programů jeho volná dostupnost a zároveň nenáročné požadavky na hardwarové vybavení. Nevýhodou může být při rozlehlých modelech individuální přístup k objektům, respektive modelování budovy po budově. Dále pak možné rozdíly mezi přesností jednotlivých 3D objektů z důvodů individuálního přístupu. Funkčnost této metody není závislá na zdrojových datech, takže pro naši práci je aplikovatelná.

Z uvedených metod jsou použitelné pouze metody procedurálního a ručního modelování. Ostatní metody nemohou být realizovány, jelikož pracují s vlastním sběrem dat, který v této práci nelze v zájmovém území řešit, protože většina konstruovaných budov již nestojí. Po uvážení všech zjištěných vlastností ohledně možného aplikování metod 3D modelování byla vybrána možnost ručního modelování. Metoda poskytuje v rámci práce kvalitní a finančně nenáročný způsob modelování jak z pohledu softwaru tak zařízení potřebných k realizaci metody. S ohledem na znalost sestavování algoritmů a velikost zájmového území, ve kterém se geometrické objekty neopakují tak často, jak by u procedurálního modelování bylo vhodné, nebyla tato metoda použita.

11. STRUKTURA GEODATABÁZE

Pro kvalitní a efektivní práci s prostorovými daty, bylo nutné stanovit vhodnou strukturu geodatabáze. Je velmi důležité vědět, které prvky geodatabáze budou během práce potřebné. Minimalizujeme tím možnost vzniku chyb ze špatně zvolených formátů dat na samém začátku projektu. Do geodatabáze byla připojována prostorová i neprostorová data (Tab. 2) v souřadnicovém systému S-JTSK. Ve stanovené struktuře dat nebudou uvedeny prvky, které sloužily například jako zdrojová data pro konverzi do jiných formátů. Mezi takové můžeme zařadit například výškopisnou bodovou síť DMR 4G nebo exportované 3D objekty ve formátu *Collada*.

	NÁZEV	TYP	POPIS
Třídy prvků	budovy	Polygon FC	Půdorysy jednotlivých budov
	objekty	Multipatch	3D objekty reprezentující budovy
Rastry	Anschiringerova_mapa_1858	Raster Dataset	Podkladová mapa pro umístění 3D objektů
	Raster	Raster Dataset	Výškový rastr pro tvorbu DMR
Tabulky	Pohlednice_a_malby	Table	Připojená tabulka s obrazovým materiálem v podobě pohlednic a maleb
	Historicke_fotografie	Table	Připojená tabulka s obrazovým materiálem v podobě historických fotografií
	Obchodni_rejstrik_1863	Table	Připojená tabulka s atributy z <i>Adress-Buch der Stadt Reichenberg</i>

Tab. 2: Přehled vrstev v pracovní geodatabázi (zdroj: vlastní zpracování)

11.1 Třídy prvků a rastry

Budovy

Polygonová vrstva byla získána digitalizací jednotlivých půdorysů budov v Anschiringerově mapě. Sloužila prioritně k získání půdorysů budov jako základu pro 3D modelování. Sekundárně byla vrstva použita pro správu a organizaci zdrojových dat, respektive k evidenci, zda se zdrojová data u určité budovy nacházejí či nikoli. Jednotlivé polygony byly digitalizovány pomocí nástroje *Auto Complete Polygon* (kapitola 4). Pro správu a organizaci zdrojových dat byly k polygonové vrstvě přidány popisky s číslem popisným a barevné rozlišení podle dostupnosti jednotlivých zdrojových dat (Tab. 3).

NÁZEV	TYP	POPIS
OBJECTID	Object ID	Automaticky generovaný identifikátor
SHAPE	Geometry	Geometrický typ záznamu
CISLO_POP	Short Integer	Číslo popisné
OKRSEK	Short Integer	Číslo okrsku
STAVEB_PLANY	Short Integer	Dostupnost stavebních plánů
POHLED_MALBY	Short Integer	Dostupnost obrazového materiálu v podobě pohlednic a maleb
HIST_FOTO	Short Integer	Dostupnost obrazového materiálu v podobě historických fotografií
SHAPE_Length	Double	Automaticky generovaný obvod polygonu
SHAPE_Area	Double	Automaticky generovaná plocha polygonu

Tab. 3: Přehled polí v atributové tabulce vrstvy Budovy (zdroj: vlastní zpracování)

Objekty

Vrstva 3D objektů ve formátu *Multipatch* představovala nejdůležitější prvek celé geodatabáze. Obsahovala finální verze 3D modelů budov spolu s připojenými atributy, které dohromady představovaly datovou vrstvu. Do této vrstvy byly importovány 3D objekty ve formátu *Collada* z prostředí programu SketchUp 8. Následně byly doplněny vhodnými atributy, které se vztahovaly k jednotlivým budovám. Mezi tyto atributy můžeme zařadit například číslo popisné, číslo orientační, ID číslo, stav z jakého roku je budova modelována, výška budovy, počet pater i autora stavebního plánu nebo samotný stavební plán ve formátu JPEG (Tab. 4). K této vrstvě byly následně připojeny další tabulky, které budou představeny níže.

NÁZEV	TYP	POPIS
OBJECTID	Object ID	Automaticky generovaný identifikátor
SHAPE	Geometry	Geometrický typ záznamu
ID_CISLO	Text	Vlastně stanovený identifikátor
CISLO_POPISNE	Short Integer	Číslo popisné budovy
CISLO_OKRSKU	Short Integer	Číslo okrsku budovy
STAV_Z_ROKU	Text	Rok v jakém je 3D objekt modelován
STAV_PLAN	Raster	Stavební plán - obrazový materiál
AUTOR_VYKRESU	Text	Autor stavebního plánu
ZDROJ_STAV_PLANU	Text	Kde se nachází stavební plán
STALE_STOJI	Text	Přítomnost budovy v současnosti
POCET_PATER	Short Integer	Počet pater budovy
VYSKA_BUDOVY_v_M	Double	Výška budovy v metrech

Tab. 4: Přehled polí v atributové tabulce vrstvy Objekty (zdroj: vlastní zpracování)

Anschiringerova_mapa

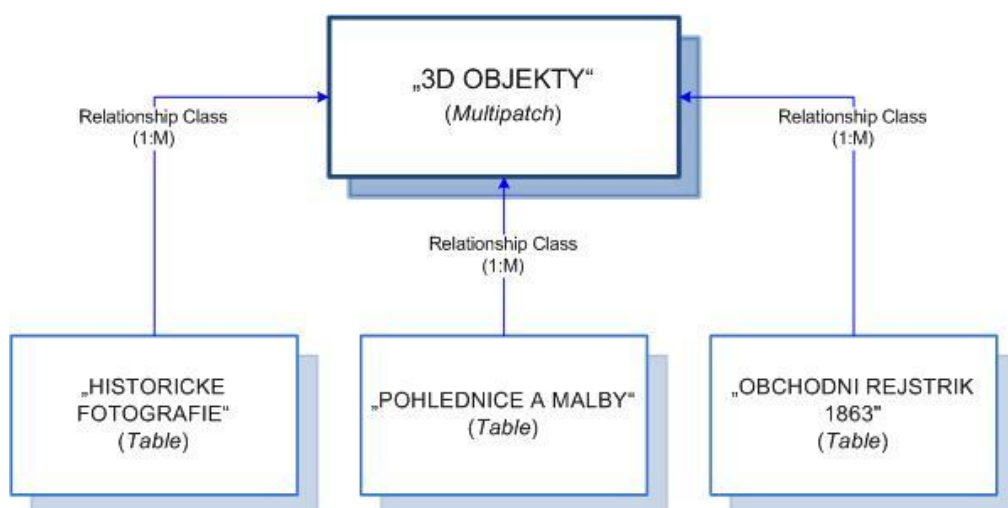
Anschiringerova mapa z roku 1858 byla georeferencována (kapitola 12) a uložena ve formátu *File Geodatabase Raster Dataset*. Použila se především jako podklad pro digitalizaci půdorysů budov. Následně byla posazena na vytvořený DMR a sloužila jako podklad pro správné umístění jednotlivých 3D modelů budov. Konkrétní parametry zmiňovaného rastru jsou popsány v části o georeferencování.

Raster

Vrstva s názvem *Raster* byla vytvořena z výškopisné sítě bodů DMR 4G. Představovala tedy rastr o velikosti mřížky 5m z kterého byl vytvořen DMR. Pomocí nástroje *Topo to Raster* byl přes interpolační metodu *Spline* převeden do formátu *File Geodatabase Raster Dataset*. Následoval import do prostředí programu ArcScene 10.0, kde byl pomocí záložky *Base Height* vyzvednut do požadované výšky. Na vzniklý DMR byla umístěna zmiňovaná Anschiringerova mapa. Konkrétní vlastnosti a postup tvorby DMR je popsán v kapitole Tvorba 3D modelu.

11.2 Tabulky a relační vztahy

Vrstvy typu *Feature Class* nemají možnost vytvořit v atributové tabulce více než jedno rastrové pole. Po připojení stavebních plánů k jednotlivým 3D objektům nebyla možnost připojit další obrazový materiál v podobě historických fotografií a pohlednic. Připojení těchto obrazových materiálů slouží jako důkaz zdrojových dat, z kterých byly jednotlivé budovy modelovány. Z důvodu potřeby dalších rastrových polí byly vytvořeny následující negeometrické tabulky. Kvůli těmto komplikacím bylo nutné připojit zmiňované tabulky pomocí *Relationship class* (Obr. 11). Tento vztah připojuje pomocí vybraného identifikátoru, který musí být v obou tabulkách stejný, obsah jedné tabulky do druhé. Připojené tabulky je možno mezi sebou v atributové tabulce přepínat nebo zobrazit pomocí nástroje *Identify*. Všechny takové tabulky jsou typu *Simple* a byly připojeny ve vztahu 1:M neboli jedna ku mnoho. Zvoleným typem *Simple* zaručujeme, že pokud smažeme celý řádek z jedné připojené tabulky, řádek se stejným identifikátorem se z druhé tabulky nesmaže.



Obr. 10: Grafické schéma připojených tabulek pomocí *Relationship Class* (zdroj: vlastní zpracování)

Historicke_fotografie

Připojená tabulka obsahuje obrazový materiál ve formě historických fotografií. Tyto fotografie byly doplněny o časový údaj jejich vzniku a zdroj těchto dat (Tab. 5).

NÁZEV	TYP	POPIS
OBJECTID	Object ID	Automaticky generovaný identifikátor
ID_CISLO	Text	Vlastně stanovený identifikátor
HIS_FOTO	Raster	Historická fotografie - obrazový materiál
FOTO_Z_ROKU	Text	Časové období zachycené na fotografii

Tab. 5: Přehled polí v tabulce vrstvy Historicke_fotografie (zdroj: vlastní zpracování)

Pohlednice_a_malby

Tabulka poskytuje jediný barevný obrazový materiál ve formě pohlednic a maleb. Podobně jako u historických fotografií byl připojen údaj o době vzniku a zdroj dat (Tab. 6).

NÁZEV	TYP	POPIS
OBJECTID	Object ID	Automaticky generovaný identifikátor
ID_CISLO	Text	Vlastně stanovený identifikátor
POHLED_MALBA	Raster	Pohlednice nebo malba - obrazový materiál
POHLED_MALBA_Z_ROKU	Text	Časové období zachycené na pohlednici nebo malbě

Tab. 6: Přehled polí v tabulce vrstvy Pohlednice_a_malby (zdroj: vlastní zpracování)

Obchodni_rejstrik_1863

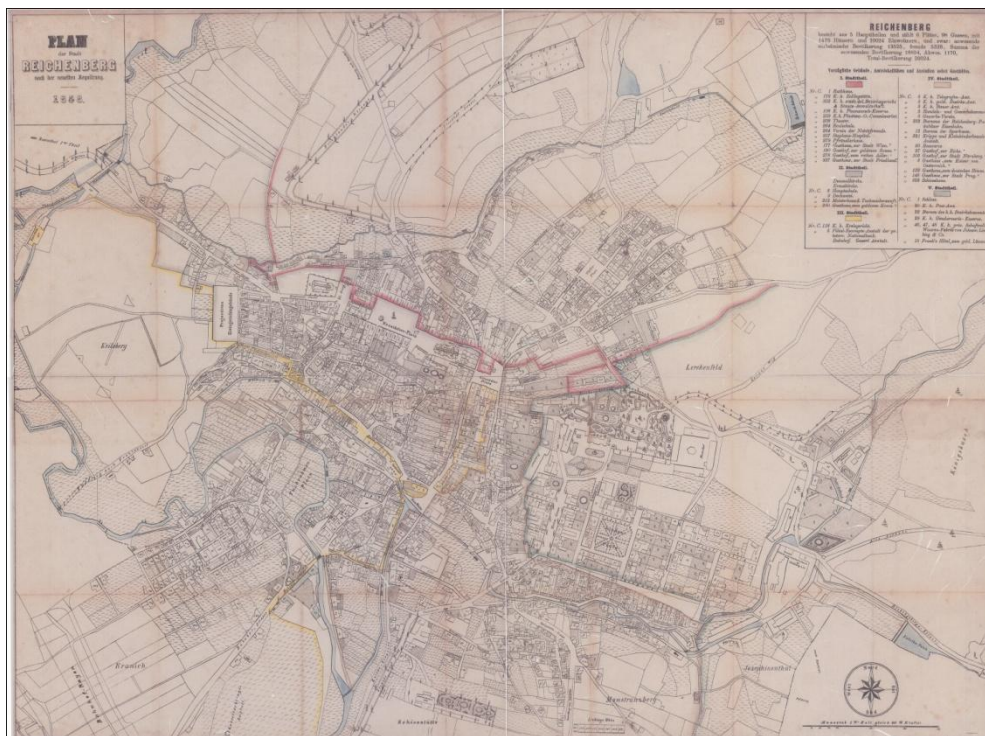
Připojený *Adress-Buch der Stadt Reichenberg* byl vázán k Anschiringerově mapě a kompletně psán švabachem. Pomocí předloh písma švabach, internetových překladačů a absolventů německého gymnázia byly některé jeho části přeloženy a přidány do tabulky. Mezi atributy, které byly zjištěny, patří majitelé domů, ulice a typ služeb a obchodů, které se v roce 1863 v daných objektech nacházely (Tab. 7).

NÁZEV	TYP	POPIS
OBJECTID	Object ID	Automaticky generovaný identifikátor
ID_CISLO	Text	Vlastně stanovený identifikátor
MAJITEL_DOMU_1863	Text	Jméno a příjmení majitele domu z roku 1863
ULICE_1863	Text	Název ulice, kde se dům nacházel v roce 1863
TYP_SLUZEB_1863	Text	Typy služeb, které byly v domě poskytovány v roce 1863

Tab. 7: Přehled polí v tabulce vrstvy Obchodni_rejstrik_1863 (zdroj: vlastní zpracování)

12. GEOREFERENCOVÁNÍ

Z mapových podkladů byla pro digitalizaci půdorysů budov vybrána Anschiringerova mapa z roku 1858. Jelikož byla mapa získána v papírové podobě, bylo nezbytné polohopisný podklad georeferencovat. Georeferencováním rozumíme přiřazení prostorové lokalizace pomocí zeměpisných souřadnic (ArcGIS Resources Center 2013). Byla zvolena metoda identických bodů. Jako takové volíme především místa, která si zachovala svoji lokalizaci jak v podkladové tak georeferencované mapě. Mezi taková místa můžeme zařadit například rohy významných budov jako kostelů a zámků, soutoky řek nebo křižící se cesty. V našem případě byly vybrány 4 identické body, které byly rovnoměrně rozmístěny po mapě. Nebyly zadávány po celém mapovém listu, ale kousek za hranicí zájmového území. Tím byla docílena větší přesnost v centrální části mapy, kde se zájmové území nacházelo. Po zanesení potřebných bodů bylo vizuálně porovnáno umístění mapy, zda se podobá mapě podkladové. Pokud ano, mohli jsme přejít k rektifikaci. Rektifikací převedeme georeferencovanou mapu do potřebného souřadnicového systému. V našem případě jsme použili souřadnicový systém S-JTSK. V nastavení rektifikace jsme stanovili velikost mřížky na hodnotu 0,25m pro možnost detailního vykreslení podkladové mapy. Pro převzorkování byla použita metoda *Nearest Neighbor* pro diskrétní data. Po spuštění nástroje rektifikace byl nově vytvořený rastr nahrán do pracovní geodatabáze a mohlo se přistoupit k digitalizaci půdorysů budov.



Obr. 11: Ukázka Anschiringerovi mapy z roku 1858 (zdroj: SOKA v Liberci)

13. TVORBA 3D OBJEKTŮ

3D objekty byly tvořeny formou texturovaného 3D modelování, především již nestojící objekty. Budovy jsou zpracovány v podrobnostech na úrovni urbanistického až podrobného modelu (Krajinak, 2012). Součástí tvorby 3D objektů byl i DMR, na který byly následně vytvořené 3D objekty posazeny. Během jejich 3D tvorby byly stanoveny logicky po sobě jdoucí fáze modelování (Obr. 13)



Obr. 12: Fáze postupu práce vybrané metody 3D modelování (zdroj: vlastní zpracování)

13.1 Tvorba digitálního modelu reliéfu

Pro tvorbu DMR byla použita data Digitálního modelu reliéfu České republiky 4. generace (dále jen DMR 4G) ve formátu *Shapefile* poskytované ČUZK. S daty bylo pracováno v rámci licence FP TUL. DMR je v souřadnicovém systému S-JTSK a je tvořen pravidelnou sítí výškových bodů, které jsou od sebe vzdáleny 5 metrů. Před samotnou tvorbou výškového rastru byla síť bodů zmenšena na území zhruba 500x650 metrů, neboť pro studované území nebyl potřeba tak plošně rozšířený DMR. Síť bodů byla v prostředí programu ArcMap 10.0 pomocí nástroje *Topo To Raster* převedena do formátu *Raster Dataset*. Jako interpolační metoda byla použita *Spline*, která generuje velmi hladký povrch. Velikost mřížky byla zvolena 5 metrů, což představuje stejnou velikost jako vstupní data DMR 4G. Zvolená metoda i velikost mřížky byly konzultovány a doporučeny i odborníky z ČUZK. Pro vytvoření DMR bylo potřeba vytvořený rastr otevřít v prostředí programu ArcScene 10.0. Přes vlastnosti rastru a metody *Base Height* byl rastr vyzdvižen do požadované výšky s atributem 1. Následně bylo nutné připojit na vyzdvižený DMR georeferencovanou Anschiringerovu mapu (kapitola 12), aby bylo možné podle polohopisu budov správně usadit jednotlivé 3D objekty.

13.2 Tvorba 3D objektu

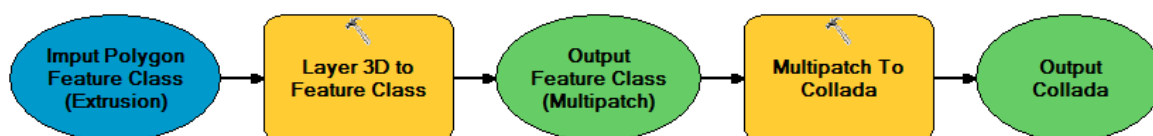
Během rešeršní části práce bylo nalezeno mnoho způsobů 3D modelování budov (kapitola 10). Od klasického, s pomocí dostatečného množství stavebních plánů, z fotografií díky poměrování oproti jiným budovám či objektům (Vrňáková, 2009), moderního, s pomocí skenování a získání mračna bodů (Belai, 2012), nebo například procedurálního, za pomoci stanovených pravidel a podmínek (Ceeová, 2010). Má práce se od ostatních především českých prací liší ve smyslu velmi různorodých zdrojových dat. A to z pohledu kvalitativního, kvantitativního i časového. Nelze tedy stanovit jednu metodu 3D modelování pro veškeré vytvořené objekty v zájmové oblasti, jelikož u všech budov nebyla nalezena jednotná zdrojová data. Bude zde proto představena metoda, která integruje několik metod modelování dohromady s ohledem na dostupnost zdrojových dat a finanční nenáročnost. Rozdělena bude na několik fází, které na sebe logicky navazují. Popis 3D modelování bude představen od importu dat z prostředí programu ArScene přes tvorbu hrubé stavby, fasády, textury po export výsledného 3D objektu z prostředí programu SketchUp 8.

13.2.1 Import dat

Jako první je třeba získat půdorysy budov ze staré mapy a importovat je do grafického editoru k následným úpravám.

Pro tento účel se nejlépe hodila Anschiringerova mapa z roku 1858 (Anschiringer, 1858). Tuto mapu jsme georeferencovali (kapitola 12) a následně jsme digitalizovali půdorysy budov do polygonové vrstvy s názvem *Budovy* v prostředí programu ArcMap (ESRI, 2010). Do atributové tabulky byl přiřazen identifikátor složený z čísla popisného a čísla okrsku. Dále jsme vložili vytvořenou vrstvu do prostředí programu ArcScene (ESRI, 2010), kde jsme z ní vytvořili 3D objekty. Pomocí metody *Extrusion*, kterou nalezneme ve vlastnostech vrstvy, jsme přiřadili souřadnici Z, tedy výšku. Hodnota výšky je pro tuto chvíli nepodstatná, proto jsme použili pro všechny budovy například hodnotu 5 metrů. Po aplikaci Z souřadnice se daný polygon představující půdorys budovy vyzdvihl do výšky 5 metrů. Nyní musíme převést vytvořený objekt do formátu *Multipatch*, což je třída prvků pro 3D objekty. Není vhodné převádět jak celou studovanou oblast najednou, tak postupně jednotlivé budovy. Nejlepším řešením je pracovat s bloky budov, které jsou spojitě a navazují na sebe. Výhody těchto blokových modelů budou zmíněny později (kapitola 13.2.2). Pomocí nástroje *3D Layer To Feature Class* jsme převedli vyzdviženou polygonovou vrstvu do formátu *Multipatch*. Ten jsme následně pomocí nástroje *Multipatch To Collada* převedli do formátu, který už lze importovat do prostředí programu SketchUp 8 (Obr. 14). Převod je nezbytný, protože

program SketchUp 8 neumí pracovat s formátem *Multipatch*. Vytvořili jsme 3D objekty ve formátu *Collada*, které představují vyzdvížený půdorys budov. Pomocí importu jsme vložili tyto 3D objekty do prostředí programu SketchUp 8. Po importu nám program oznámil, že s vloženými objekty nepůjde pracovat jako s klasickými objekty v jeho prostředí, tedy nelze nijak manipulovat s jejich rozměry. Tento problém se vyřešil prostým způsobem. Objekty se chovají jako komponenty, což představuje uzavřené neboli uzamčené 3D objekty, s kterými nelze manipulovat jinak než jako s celky. Vyvolali jsme kontextové menu nad objekty a použili nástroj *Explode*. Tím se nám komponenty rozbily na jednotlivé geometrické tvary. Dále bylo zapotřebí smazat veškeré liniové prvky, které se podílely na výšce objektu tak, aby zůstal pouze půdorys budovy. Po aplikování výše zmíněných kroků jsme získali půdorysy budov, z kterých můžeme začít modelovat hrubé stavby.



Obr. 13: Schéma procesu tvorby vstupních dat do prostředí programu SketchUp 8 (zdroj: vlastní zpracování)

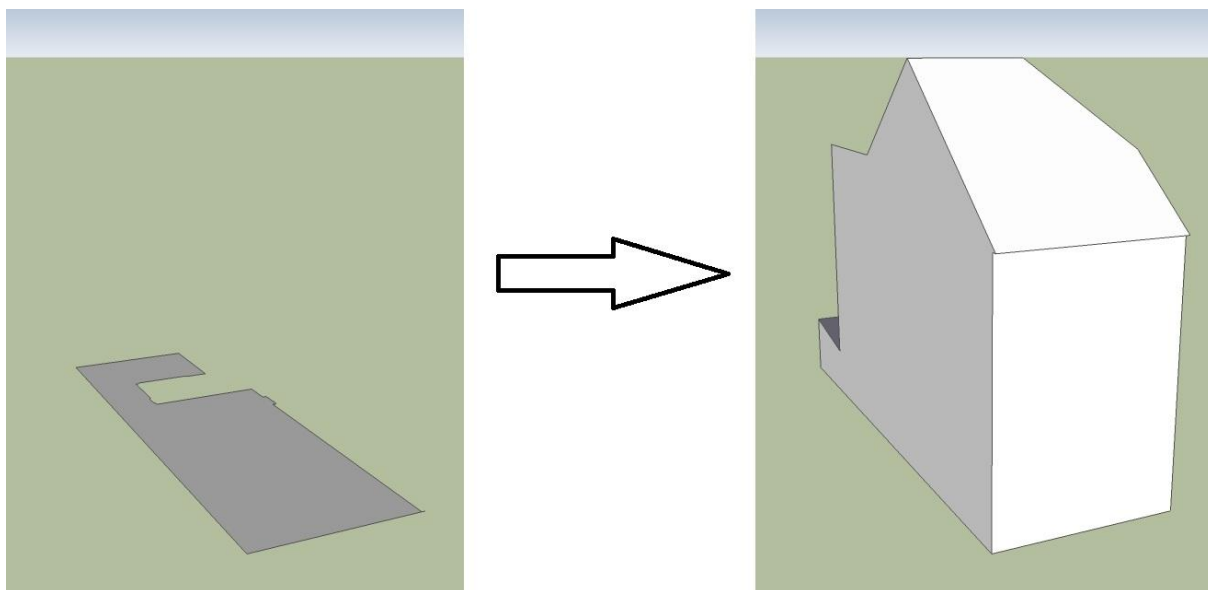
13.2.2 Hrubá stavba

Hrubou stavbou rozumíme vyzdvížení půdorysu do reálné výšky s přidáním geometrie střechy. 3D objekt tedy dostane reálné rozměry a tvar budovy. Pracuje s přesností urbanistického modelu (Krajinak, 2012). Výškopis budov zjistíme ze starých plánů, fotografií a pohlednic.

Půdorysy, které jsme získaly z mapy, nejsou přesné. Proto musíme upravit jejich geometrii. Konkrétní rozměry získáme ze stavebních plánů, které obsahují půdorysný řez budovou. Pokud se na plánu nachází i měřítko, jednoduše odečteme hodnoty a půdorysy upravíme podle naměřených hodnot. Je potřeba dát si velký pozor v jakých jednotkách je grafické měřítko uvedeno. Většina stavebních plánů ze zájmového území měla jako hlavní jednotku vídeňský sáh, který představuje zhruba 1,87 metrů, a vedlejší jednotky stopu a vídeňský palec, které jsou zhruba 31 centimetrů a 26 milimetrů (Dějiny kartografie 2005). Pokud u stavebního plánu není měřítko, je potřeba vložit stavební plán přímo do prostředí programu SketchUp 8. S vloženým stavebním plánem půdorysu pracujeme jako s podkladovou mapou. Stavební plán je potřeba georeferencovat podle importovaného půdorysu respektive podle jeho hrany. Vždy byla vybrána čelní stěna, respektive hrana

importovaného půdorysu, a k ní byl přiložen stavební plán půdorysu tak, aby stejné hrany na obou půdorysech lícovaly. Pomocí vynášecích os v programu SketchUp 8 jsme udělali 2 rovnoběžky s osou Z, které nám kolmo protnou koncové body hrany v importovaném půdorysu. Poté byl půdorys na stavebním plánu procentuálně zvětšován do té doby, než jeho koncové body, respektive rohy budovy, lícovaly s koncovými body v importovaném půdorysu. Výsledkem je, že čelní hrana půdorysu na stavebním plánu je stejně dlouhá a orientovaná jako na importovaném půdorysu. Dále pak jen obkreslíme půdorys ze stavebního plánu a odstraníme zbylé liniové prvky jeho předchozího tvaru. Pokud nemáme k dispozici žádná zpřesňující data o půdorysu, ponecháme tvar takový, jaký vznikl při importu. Je však vhodné upravit například pravoúhlost některých úhlů, u kterých jsme si jisti, že vznikly nepřesnou digitalizací Anschiringerovi mapy.

Stěny budovy se v programu SketchUp 8 vytvoří velmi snadným způsobem. Výškové hodnoty zjistíme stejným způsobem jako u půdorysu. Použijeme nástroj *Push/Pull* a vyzdvihneme půdorys do potřebné výšky (Obr. 15). Pokud není možné ze stavebních plánů zjistit výšku budovy, je možné tuto hodnotu přibližně odhadnout pomocí porovnávání s ostatními budovami nebo objekty na fotografiích nebo pohlednicích. V této části poprvé doceníme práci v blokovém modelu. Blokovým modelem v této kapitole rozumíme několik budov, které alespoň jednou stěnou sousedí s další budovou. Pokud totiž máme blokový model o několika budovách a známe výšku alespoň jedné z nich, můžeme podle ní odhadnout výšku ostatních, máme-li je zdokumentovány na nějakém obrazovém materiálu. Největším problémem z pohledu geometrie a výšky nastává u střech. Mnoho stavebních plánů i obrazových materiálů totiž neobsahuje konstrukci střechy. Je tedy obtížné stanovit její výšku a tvar. Z toho důvodu zhruba u 1/5 budov musela být střecha odvozena logickým způsobem, protože nebyly nalezeny žádné zdroje dat o výšce a tvaru střechy. V tomto případě byl její tvar odvozen od půdorysu budovy. Nejčastěji byla použita střecha sedlová.



Obr. 14: Vizualizace hrubé stavby vytvořené z půdorysu budovy číslo 306/II (zdroj: vlastní zpracování)

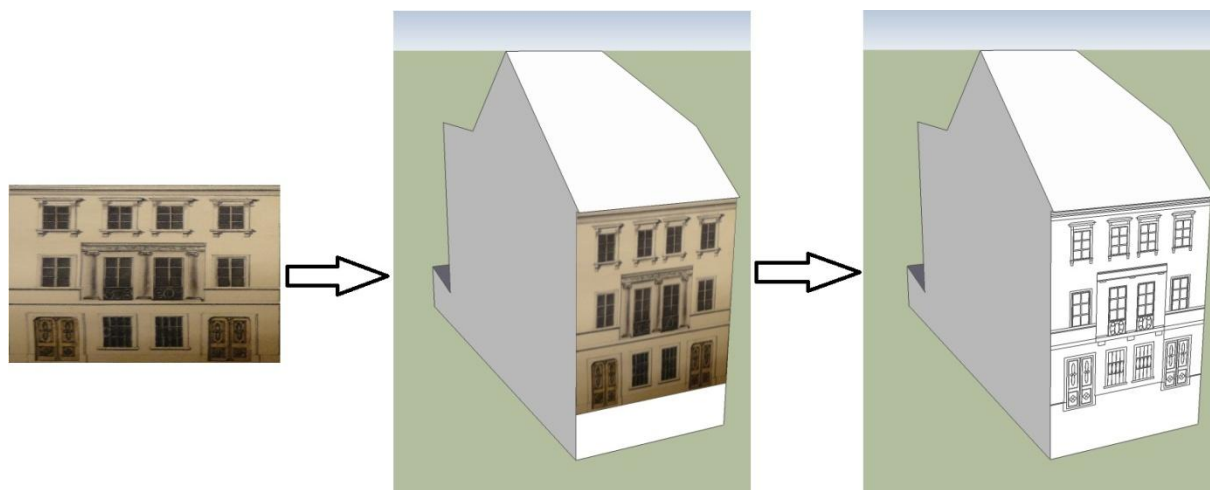
13.2.3 Fasáda

Tvorbou fasády zpřesňujeme geometrii stěn i střechy a pracujeme v detailnějším měřítku. Fasádu můžeme také chápat jako vytažené nebo zapuštěné geometrické tvary z hrubé stavby. V této části byly modelovány především okna, dveře, rámy, římsy, schody, parapety, vikýře a komíny. Je čistě na nás v jaké přesnosti budeme fasádu vytvářet. Například pro prostorové analýzy není detailní fasáda potřebná a stačí pouze přítomnost budovy jako hrubé stavby. Je také dobré si uvědomit, pro jaké virtuální prostředí jsou 3D objekty modelovány, respektive pro jaký účel, a zda je potřeba takových detailů, aby prostředí nebylo přeplněné. V mém případě, kdy nemám možnost použít fotografie jako textury budov je atraktivnost získávána právě detailnější modelací fasády. Uživatel je díky tomu více vtažen do virtuálního prostředí a připadá si více jeho součástí, než kdyby viděl pouze ploché budovy.

Fasáda byla nejdetailněji zpracována na čelních stěnách budov z důvodu kvalitních stavebních plánů. Ostatní stěny byly modelovány pouze pomocí půdorysných řezů jednotlivých pater nebo z obrazových materiálů. Čelní fasáda byla na některých plánech vykreslena do detailů, takže mohla být použita jako textura, respektive šablona. Před vložením textury byla přední fasáda importována do programu Adobe Photoshop, ve kterém byla pomocí grafických nástrojů vyříznuta. Poté byla předělána do ortogonálního zobrazení a uložena do formátu JPEG. Tím nám vznikla šablona pro překreslení vzhledu fasády na daný 3D objekt. Nejprve je nutné označit stěnu budovy, kam chceme šablonu umístit. Poté pomocí importu vybereme potřebný obrázek a zaškrtneme použití fotografie jako textury. Ve

vlastnostech nástroje *Paint Brucket* nalezneme námi importovanou šablonu a v záložce *Edit* upravíme rozměry tak, aby nám lícovaly s hranami stěny. Nyní máme šablonu na správném místě a použijeme ji pro vytváření geometrických prvků na stěně budovy. Pomocí grafických nástrojů obkreslíme potřebné linie a polygony ze šablony a po zakreslení potřebných prvků ji můžeme smazat (viz Obr. 16). Po odmazání šablony nám vznikly potřebné tvary, které podle stavebních plánů, fotografií a pohlednic vyzdvihneme pomocí nástroje *Push/Pull* do potřebných rozměrů. V této práci byla fasáda vytažena až po obarvení texturami. To z důvodu ušetření práce s vybarvováním textur. Geometrický prvek na fasádě, který obarvíme dřívě, než jej vytáhneme, budou mít i nově vzniklé stěny obarvené v požadované barvě. V opačném případě musíme nově vzniklé stěny vybarvit samostatně. Je také vhodné opakující se objekty uložit jako komponenty. Ty je pak možno jako celek kopírovat, čímž si výrazně zkrátíme čas a námahu s modelováním opakujících se objektů.

Stěny, které neměly přesnou dokumentaci fasády, ale daly se vyčíst z půdorysných řezů, se řídily vlastně stanoveným pravidlem pro patrovitost. Tedy okna, o kterých víme, že na určitém místě byla, ale nevíme, jak přesně vypadala, byla vymodelována stejně jako okna, která se nacházela ve stejném patře na přední, detailněji zpracované fasádě. Bohužel v některých případech nebyly nalezeny potřebné zdroje dat, proto tyto stěny zůstaly holé a bez fasády.



Obr. 15: Vizualizace využití stavebního výkresu jako šablony pro fasádu budovy číslo 306/II (zdroj: vlastní zpracování)

13.2.4 Textury

Textura pokrývá plochu 3D objektu a dodává mu barvu a odstín. Primárním a také jediným zdrojem dat pro získání informací o barevnosti fasád byly pohlednice a malby. Byla snaha duplikovat zdroje dat. Tedy najít vždy alespoň dva stejné barevné obrazové materiály pro jednu oblast, aby nedocházelo ke špatně zvoleným odstínům barev vinou nepravého zabarvení na obrazovém materiálu, ke kterému díky zastaralým technologiím tisku mohlo docházet. Vzhledem k době modelovaného území nebylo možné využít fotografie jako zdroj pro textury. Vytvořené 3D objekty nemůžeme chápat jako fotorealistické, jelikož nebyly použity fotografie zachycující přesný stav objektů. Nicméně z fotografií byla možnost identifikovat určité druhy materiálů, jako například světlé a tmavé dřevo, kameny nebo sklo a k nim přiřadit logické odstíny barev. 3D modely byly zpracovávány pomocí nepravých textur. Všechny textury byly použity z nabídky programu SketchUp 8 a upraveny podle potřeb jednotlivých budov. Pro samotné omítky budov byla vytvořena samostatná textura bílé barvy, která byla následně kopírována, barvena a ukládána podle identifikátoru jednotlivých budov, tak aby každá budova měla svou vlastní texturu. Ta byla pořízena z malby, která zobrazovala náměstí Dr. E. Beneše ke konci 19. Století (Karpaš, 2004). Byla vybrána malá část fasády zbořeného domu číslo 183/I, kterou jsme v programu Adobe Photoshop vyřízli a upravili do potřebné velikosti. Jelikož tato vytvořená fasáda byla vyříznuta z malby, je její povrch mírně hrubý, což vytváří dojem omítky budovy. Použitím stejné hrubosti textury na všechny omítky bylo docíleno homogenního pocitu z místa. Veškeré objekty pak působí ve virtuálním prostředí kompaktně.

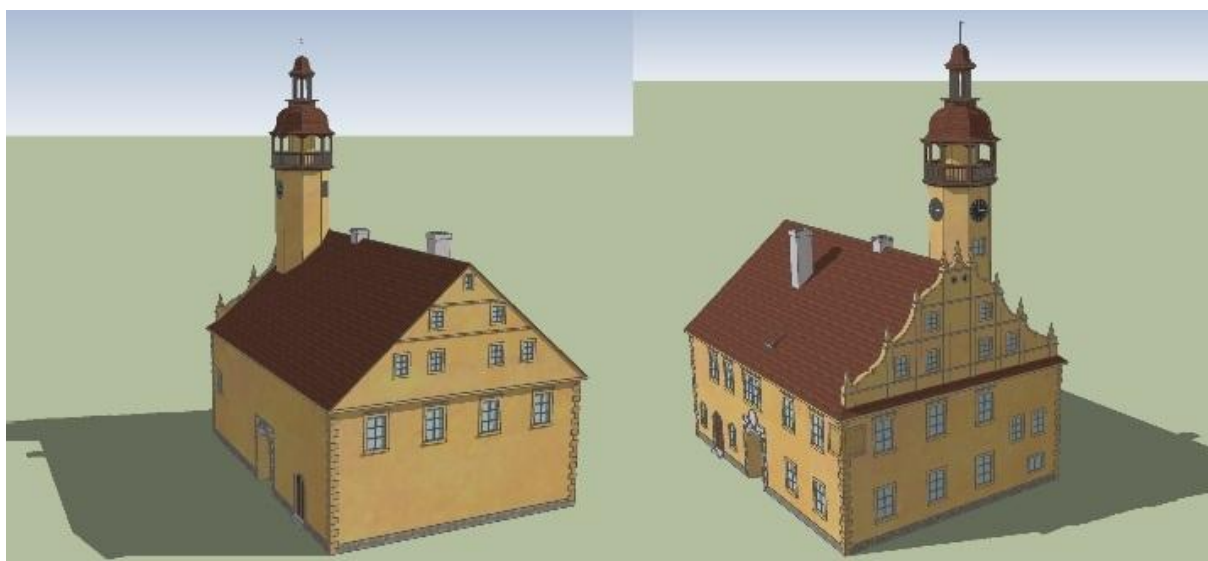
13.2.5 Odstranění nepotřebné geometrie a kontrola dat

Před samotným exportem finální verze 3D objektů je potřeba odstranit nepotřebné geometrické tvary a provést závěrečnou kontrolu. Máme na mysli odstranění především liniových prvků, které nám zůstaly po vytažení geometrického tvaru ze stěny budovy, nebo zbylé pomocné osy. Tím se nejenom nepatrně zmenší velikost jednotlivých 3D objektů, ale také celkový dojem z prostředí modelu bude čistší a jemnější. V některých internetových fórech se mezi uživateli říká, že dobrou vizitkou profesionálního grafika je právě pohlídání si odstranění této nežádoucí geometrie. Při závěrečné kontrole je vhodné nahlížet na virtuální prostředí jako na celek. Podívat se na model města a identifikovat, zda nějaký odstín fasády není moc výrazný oproti ostatním, jestli 3D objekt není ponořen do digitálního modelu terénu, nebo zda některé budovy nejsou větší, než by měly být.

13.2.6 Export dat

Po zhotovení všech výše zmíněných fází modelování a závěrečné kontroly dat můžeme přistoupit k exportu dat. Před samotným exportem je dobré si jednotlivé budovy uložit jako komponenty a ty exportovat zvlášť (Obr. 17). Do aplikace Google Earth a databáze 3D Warehouse umí SketchUp 8 exportovat přímo z jeho prostředí pomocí vhodných nástrojů. Můžeme však také exportovat do formátu KMZ a následně nahrát 3D objekt do aplikace manuálně. Při exportu dat do prostředí ArcScene je vhodné použít formát *Collada*. Tedy stejný formát, který byl na vstupu dat do prostředí SketchUp 8.

Vlastní návrh tvorby 3D modelu historické zástavby poskytuje možný náhled na modelování pouze z historických respektive omezených zdrojů dat. Jednotlivé fáze tvorby na sebe logicky navazují a představují základní činnosti při tvorbě 3D objektů budov. V práci je nastíněna i integrace mezi GIS softwarem ArcGIS 10.0 s grafickým editorem SketchUp 8 a ukázka možné tvorby textury v prostředí programu Adobe Photoshop.



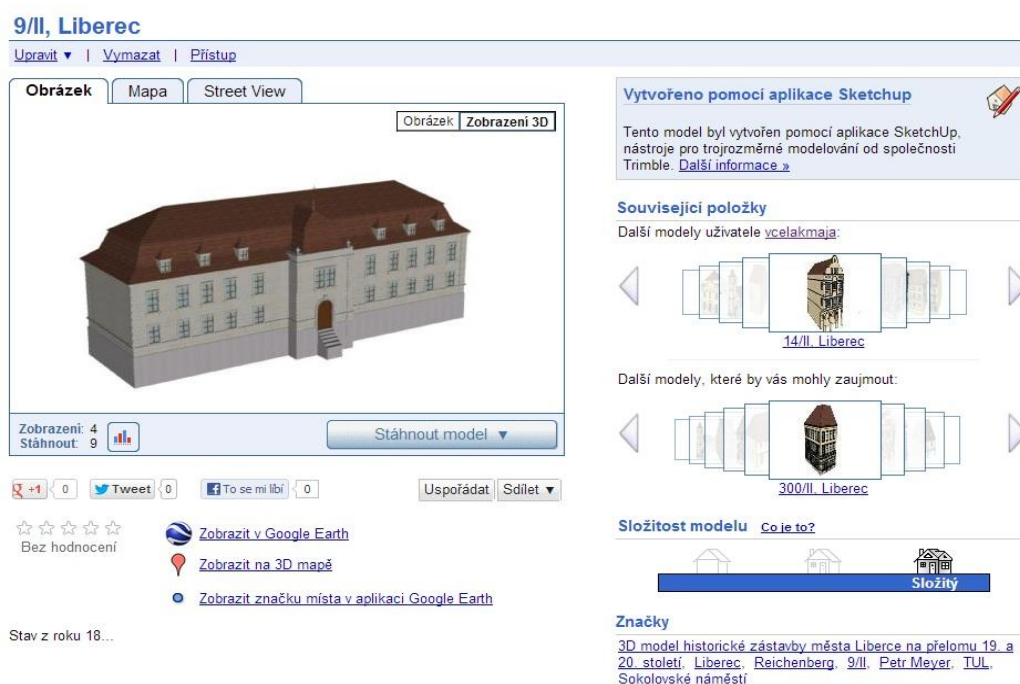
Obr. 16: Ukázka finální verze 3D objektu na příkladu liberecké radnice, stav z roku 1893 (zdroj: vlastní zpracování)

14. NÁVRH VYUŽITÍ 3D MODELU LIBERCE

Využití výstupů bakalářské práce bylo navrhováno jak pro širokou, tak odbornou veřejnost. Využitelnost se nabízela z pohledu samotného 3D modelu a jednotlivých objektů, datové vrstvy i v návaznosti na identifikaci potenciálu 3D modelování ve vybraných institucích.

14.1 Databáze 3D Warehouse

3D Warehouse je služba, kterou poskytuje aplikace SketchUp, díky níž můžeme vyhledávat, sdílet a ukládat vytvořené 3D modely. Díky této službě byly veškeré vytvořené 3D modely budov nahrány a poskytnuty volně ke stažení široké veřejnosti. Budovy byly uloženy pod sbírku s názvem **3D model historické zástavby města Liberce na přelomu 19. a 20. století**. Sbírkou rozumíme adresář, do kterého byly nahrány veškeré 3D objekty obsažené v 3D modelu města. Uživatel tedy může vyhledávat jak jednotlivé budovy, tak samotnou sbírku obsahující kompletní prvky 3D modelu města. Služba 3D Warehouse poskytuje stažení 3D objektů ve formátech *SketchUp 8*, *Google Earth 4* nebo *Collada* (Obr.18). Díky těmto možnostem si každý uživatel může jednotlivé 3D objekty zobrazit v softwarech SketchUp nebo Google Earth. U jednotlivých 3D objektů se nabízí v záložce *Mapa* bodová lokalizace zobrazeného 3D objektu nebo zobrazení v 3D mapě. V záložce *Street View* je možnost zobrazit současný stav místa prostřednictvím panoramatického zobrazení.



Obr. 17: Prostředí databáze 3D Warehouse se zobrazeným 3D objektem číslo 9/II
(zdroj: vlastní zpracování)

14.2 Aplikace Google Earth

Další možnost k prezentování 3D modelu široké veřejnosti byla poskytnuta pomocí aplikace Google Earth. Základním pravidlem pro publikování prostorových objektů v této aplikaci je jejich reálný, současný a správně lokalizovaný stav. Díky historickému vzhledu již nestojících budov nebylo možné zprostředkovat 3D model tak, aby se zobrazil při spuštění této aplikace jako většina importovaných 3D objektů. Každý uživatel si bude muset vložit jednotlivé 3D objekty ve formátu KMZ do Google Earth manuálně, nebo bude nucen využít možnosti importu 3D objektu přes 3D Warehouse. Pro správné zobrazení je nutné vypnout vrstvu současných prostorových objektů, která by historický 3D model mohla překrývat. Vytvořené 3D objekty si uživatelé mohou stáhnout v databázi 3D Warehouse (kapitola 14.1)

14.3 Vybrané instituce

Během realizace bakalářské práce byly identifikovány některé instituce, které měly potenciál pro využití historického 3D modelu města. Metodou *Interview* (kapitola 4) byla s odborníky z vybraných institucí vedena debata o možné aplikovatelnosti vytvořeného 3D modelu. Dále byla představena možnost využití 3D objektů, jako součást možné správy dat spolu s připojením relevantních informací, a zjištění současného i budoucího potenciálu.

14.3.1 Státní okresní archiv v Liberci

SOKA v Liberci byl 3D model prezentován jako možná součást správy dat. 3D objekty by mohly být součástí softwaru pro vyhledávání zdrojů dat, které se nacházejí v SOKA v Liberci. Archiv disponuje softwarem, v kterém si návštěvníci mohou vyhledat potřebné informace o tom, zda se požadovaný materiál v archivu nachází, nebo nikoli. Pokud by tedy účel jejich návštěvy spočíval v identifikaci například vzhledu a stavu budovy, mohly by připojené 3D modely být silným nástrojem pro zjištění potřebných informací. Tyto 3D objekty by mohly být zobrazeny jak v 2D, tak i 3D verzi spolu s připojenými relevantními daty, jakou jsou oskenované stavební plány a historické fotografie, které se zde nacházejí. Tím by se potenciálně mohlo zlepšit vyhledávání potřebných materiálů a zároveň by se omezila manipulace s těmi historickými. Uživatel by si dohledal veškeré potřebné informace vztažené k budově prostřednictvím zmiňovaného softwaru. Nepřišel by tedy do fyzického styku s historicky cennými materiály, které jsou mnohdy uživateli vráceny bez nalezení potřebných informací. Ochrana takových materiálů je důležitá, jelikož stárí se na stavu některých dokumentů významně podepsalo. Během *Interview* s panem Bockem (archivář v Soka v Liberci) bylo potvrzeno i možné využití 3D objektů formou 2D zobrazení, tedy

obrazového materiálu jako součást například odborných článků nebo knih. Díky tomu by čtenář získal lepší prostorovou orientaci v řešené oblasti.

„Z pohledu archiváře vidím její hlavní přínos v nových možnostech využití kartografického, obrazového i písemného materiálu, který je v archivech uložen. Vizualizace znamená posun v představě, jak mohlo vypadat historické jádro města ve sledovaném období. V kombinaci s doprovodnými údaji k jednotlivým objektům celkově rozšiřuje poznání Liberce a jistě najde široké využití.“

*Jiří Bock
Archivář
Státní okresní archiv v Liberci*

14.3.2 Severočeské Muzeum v Liberci

Prioritně byl 3D model SM v Liberci představen jako zajímavá možnost prezentace historického stavu města z řešeného období. Nabízela se možnost 3D model využít formou digitální prezentace nebo plastického modelu. Ředitel SM v Liberci pan Mgr. Křížek poznamenal, že digitální prezentace by mohla být realizována pomocí dotykové obrazovky, kterou SM v Liberci disponuje. Virtuální prostředí starého Liberce, které by bylo návštěvníkům prostřednictvím dotykové obrazovky nabízeno, by mohlo být doplněno o relevantní informace, které rozšiřují poznání a zvyšují jeho atraktivitu. Sám ředitel SM v Liberci poznamenal, že v Muzeu se nachází mnoho exponátů, které by mohly na tuto expozici navázat. Tím by se pro návštěvníky mohla stát jakousi vstupní bránou do expozic SM v Liberci zaměřených na historii města. S panem ředitelem jsme se také shodli, že možnost virtuální prezentace 3D modelu je uživatelsky přívětivější než klasické textové popisy a 2D zobrazení exponátů. Jelikož má SM v Liberci v plánu realizovat plastický model Liberce z období počátku 20. století, nabízí se možnost využít již některé 3D objekty vytvořené v této práci. Dále může být pro plánovaný plastický model využita metodologie 3D modelování a formáty dat, v kterých byla tato práce realizována.

Během sběru dat v SM v Liberci byla možnost využít sbírky historické fotografie a pohlednic. Kurátorkou obou zmiňovaných sbírek je paní Markéta Lhotová, PhDr. S paní kurátorkou byla řešena možnost využití 3D modelu v návaznosti na sbírky fotografií a pohlednic. Paní Lhotová vidí možnost využití 3D modelů pro identifikaci časového období některých fotografií a pohlednic. Díky známému stavu pro jaký rok je budova modelována a možnosti nastavení stejného pohledu ve virtuálním prostředí modelu jako je na obrazovém

materiálu se nabízí možnost porovnání těchto dvou pohledů. Tím je identifikace správné datace fotografie nebo pohlednice podle jednotlivých budov, zda se nacházejí jak ve virtuálním prostředí 3D modelu, tak na obrazovém materiálu. Bohužel se stejným problémem, jako tomu bylo v SOKA, je i SM v Liberci omezeno softwarovým i hardwarovým vybavením, které je pro práci s 3D modely nezbytné.

„Vážený pane Meyere,

prezentace vaší bakalářské práce mě nadchla a rád bych s vámi spolupracoval na zpřístupnění Vaší práce veřejnosti, například formou instalované dotykové obrazovky v expozici našeho muzea. Vaše práce je výborný základ pro mnoho aktivit, které v muzeu chystáme (výroba plastického modelu historického centra Liberce, doprovodné výukové programy pro školy v muzeu, prezentace sbírkových předmětů – historických stavebních prvků, mobiliářů, fotografií, výtvarných děl apod.).“

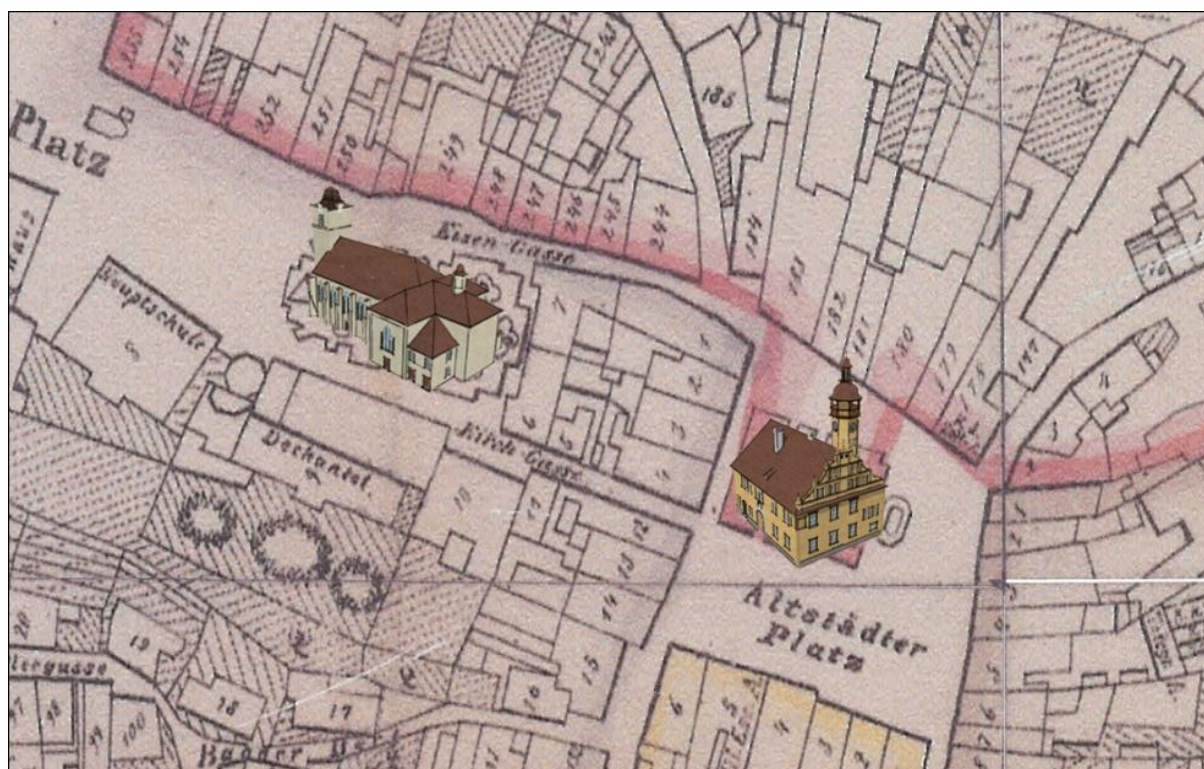
Mgr. Jiří Krížek
ředitel
Severočeské muzeum v Liberci

14.3.3 Národní památkový ústav v Liberci

NPÚ v Liberci jako jediná z dotčených institucí zpracovává část svých podkladů přímo v prostředí programu ArcGIS. Pro implementaci 3D modelů do správy dat tedy není překážkou nedostačující hardwarového nebo softwarové vybavení. Formou *Interview* bylo s pracovníkem NPÚ v Liberci panem Mgr. Vladimírem Vrabcem (pracovník s GIS) debatováno ohledně možného využití vytvořené datové vrstvy a potenciálu pro 3D modelování ve správě dat NPÚ v Liberci. V současné době probíhá v NPÚ v Liberci editace atributů bodové vrstvy, která lokalizuje jednotlivé chráněné památky spadající pod správu NPÚ v Liberci. Tato činnost je součástí zpracování prvotního plánu zahrnující polohopisnou digitalizaci jednotlivých chráněných objektů. Sám pan Mgr. Vrabec řekl, že 3D modely budov jsou pro NPÚ v Liberci neodkladnou budoucností. Potvrzuje to i plánované využití napojení 3D modelů na prvotní polohopisnou digitalizaci, která již měla být realizována. Z důvodu časově náročnější digitalizace polohopisu a počáteční implementace GIS softwaru do struktury správy dat NPÚ v Liberci je práce s 3D objekty spíše otázkou budoucnosti. Až po dokončení veškeré editace bodové vrstvy a zajištění její korektnosti, bude otevřena možnost napojení 3D objektů budov do sítě správy dat v NPÚ v Liberci.

14.4 Mapové symboly

Další vhodné použití 3D modelů budov se nabízí pro tvorbu 2D mapových symbolů. Tyto symboly reprezentují jedinečné budovy, které se neopakují. Mohou být použity pro prezentaci starých map s poukázáním na výjimečnost jednotlivých stavebních objektů (Obr. 19). Výhodou tvorby jedinečných 2D mapových symbolů je jejich možnost rychlé změny, jak z hlediska orientace pohledu, zabarvení nebo velikosti. Každý tvůrce mapy si může nastavit parametry zobrazení jednotlivé budovy, jak uzná za vhodné, a podle potřeby je může rychle a efektivně měnit.



Obr. 18: Ukázka užití jedinečných 2D mapových symbolů na příkladu staré radnice a kostela sv. Antonína (zdroj: SOKA v Liberci, vlastní úpravy)

14.5 Mobilní aplikace

Využití 3D objektů v mobilních zařízeních je nejčastěji používáno pro navigační systémy. U těchto navigací je požadován současný stav objektu a jeho správná lokalizace, která má uživateli zlepšit orientaci v prostoru. Nabízí se možnost navrhnout mobilní aplikaci, která by propojovala navigační systém a starou tvář Liberce v podobě historických 3D modelů budov. Pro aplikaci je zde navržen pouze teoretický rámec jejich výstupů. Metody zpracování, formáty dat a použitý software zde zmíněny nebudou. Pomocí navigace by se uživateli zobrazila jeho aktuální poloha a na displeji mobilního zařízení by se promítl stav, jak

vypadalo město Liberec například před 100 lety. Uživatel by tedy mohl vidět v mobilním telefonu stav minulý a v realitě by viděl současný stav městské zástavby. Další možnost zobrazení by mohlo být přepínání mezi současnou a starou mapou. Uživatel by si podle navigačního systému mohl zobrazit, kde se právě nachází, a například pomocí bodové lokalizace by se jeho poloha zobrazila ve staré mapě.

14.6 Prezentační video

Mimo výše zmíněné možné výstupy práce je vytvořeno i prezentační video s průletem zájmovým územím. Do videa byly přidány doplňující prvky v podobě dvou kašen, morového sloupu a kapličky. Video je nahráno na server *Youtube*, kde je volně ke zhlédnutí, pod názvem **3D model historické zástavby města Liberce na přelomu 19. a 20. století.**

15. DISKUZE

Během plnění zadaných cílů se vyskytly občasné problémy spojené se zvolenou metodou 3D modelování, konverzí dat a implementací samotného 3D modelu.

Geometrie polohopisu jednotlivých budov v Anschiringerově mapě představovala problém a musela být upravena a zpřesněna podle stavebních plánů, jelikož často neodpovídala realitě (kapitola 13.2.2). Dále také přilehlé a menší budovy typu přístavba, stodola, skladiště neměly přiřazené číslo popisné. Tím se zhoršovala jejich identifikace. Po důkladném průzkumu byly tyto objekty od ostatních polygonů v mapě identifikovány díky stínování, které každý polygon představující půdorys budovy obsahoval.

Domnívám se, že významným zdrojem dat, který by mohl poskytnout potřebná chybějící data o výšce a barevnosti fasád, jsou skryta v textové části staré stavební dokumentace. Dokumentace je však psána dobovým psacím písmem a zároveň celá ve starém německém jazyce, což je překážkou v rozšifrování a správné interpretaci tohoto zdroje. Výraznější překážka použitelnosti staré stavební dokumentace je její kvantita.

Další nedostatek se týká stěn budov, které zůstaly nepokryty fasádou a jsou holé (kapitola 13.2.3). S tím jsou však spojeny výše zmíněná fakta o nedostupnosti některých zdrojů dat, které se nepodařilo identifikovat nebo prozkoumat.

Díky použití vlastně vytvořených textur jsou 3D objekty oproti použitým přednastaveným texturám v programu SketchUp 8 mírně objemnější z pohledu datové velikosti. Při větším počtu budov než je rozsah zájmového území v bakalářské práci by tento aspekt mohl být omezujícím faktorem při využívání 3D modelu z pohledu funkčnosti a plynulosti ve využívání.

Při použití formátu *SketchUp* pro import vytvořených 3D objektů do datové vrstvy v programu ArcScene se nepodařilo vložit 3D objekty do pracovní souborové geodatabáze. Při vkládání se po umístění na DMR daný 3D objekt nezobrazil. Daný problém byl vyřešen nahrazením formátu *SketchUp* formátem *Collada* (kapitola 11).

Byl zjištěn menší problém při importu dat ve formátu *Collada* zpět do prostředí programu SketchUp 8 (kapitola 13.2.6). V některých případech se v importovaném 3D objektu objeví nežádoucí liniové geometrické prvky, které při předchozím exportu stejného objektu nebyly. Důvod těchto nově vzniklých liniových prvků se nepodařilo zjistit a byly pomocí vhodných nástrojů odstraněny.

Během vkládání neprostorových dat do datové vrstvy nastal problém při velkém množství importovaných rastrových formátů ve formě historických fotografií, pohlednic

a stavebních plánů (kapitola 11). Funkčnost softwaru se tím velmi zpomalila a příčinou bylo i padání samotného programu. Při takto velkém objemu dat a omezení funkčnosti programu je možné řešení nahrát zdrojová data na server mimo naše pracovní zařízení a pracovat tzv. v cloudu. Díky tomu nebude zařízení, na kterém pracujeme, zahlceno objemy zdrojových dat. Bude pracovat rychleji a bez komplikací.

Případné riziko implementace 3D modelu do vyhledávacího systému SOKA v Liberci by mohlo představovat nedostatečné softwarové, ale především hardwarové vybavení (kapitola 14.3.). Nabízí se možnost přizpůsobit jednotlivé 3D objekty hardwarovému vybavení ve smyslu generalizace jednotlivých objektů. Dalším způsob zmenšení náročnosti pro vyhledávací systém je poskytnutí 3D objektů pouze ve formě 2D zobrazení jako obrazového materiálu.

Domnívám se, že velkým problémem mobilní aplikace by byla její datová velikost a náročnost plynulého zobrazení virtuálního prostředí v mobilním zařízení (kapitola 14.5). Řešením je určitá generalizace 3D objektů. Použitím například klasických nefotorealistických 3D objektů nebo zmenšením jejich současných detailů. To však přináší riziko snížení atraktivnosti zobrazeného virtuálního prostředí.

16. ZÁVĚR

Hlavním cílem práce bylo navrhnout postup tvorby 3D modelování historických budov s využitím geografických informačních technologií (kapitola 13). Z dostupných grafických editorů byl vybrán volně dostupný program SketchUp 8 (kapitola 8.1). Ve vlastním návrhu tvorby 3D modelování byly navrženy jednotlivé etapy práce, které na sebe navazují. Během ní byly navrženy postupy práce pro tvorbu půdorysu budovy, hrubé stavby, fasády a textury. Navržená metoda 3D modelování poskytuje efektivní, kvalitní a finančně nenáročný způsob tvorby 3D vizualizace nestojících historických budov.

Z 3D objektů byl vytvořen 3D model historické zástavby města Liberce z období přelomu 19. a 20. století, který poskytuje dosud nerealizovanou prezentaci části urbánní historie města Liberce. 3D model naplňuje rozsah stanoveného zájmové území (kapitola 6) a požadavek na kompaktnost a znalost vybrané modelované oblasti. Pomocí dat DMR 4G byl vytvořen DMR, na který byl celý 3D model posazen (kapitola 13.1).

V práci jsou také prezentovány vhodné druhy a zdroje dat pro 3D modelování nestojících historických budov (kapitola 7). Pro potřeby vybrané metody modelování byly použity data ve formě historických stavebních plánů, historických fotografií, pohlednic, maleb a grafík. Hlavními zdroji dat byly SOKA, ASÚ a SM v Liberci. Pro získaná data byla stanovena vhodná dokumentace a struktura, která zlepšila efektivitu práce se zdrojovými daty (kapitola 4).

Vytvořenou datovou vrstvou bylo prezentováno možné připojení prostorových a neprostorových atributů do jednotlivých prvků geodatabáze (kapitola 11). Datová vrstva spolu s vytvořeným 3D modelem města byla nabídnuta vybraným institucím jako možný návrh správy dat a netradiční prezentace urbánní historie města. Díky tomu byla získána zpětná vazba od vybraných institucí ohledně potenciálu využitelnosti 3D modelování (kapitola 14.3).

Pro širokou veřejnost byly jednotlivé 3D objekty nahrány do databáze 3D Warehouse (kapitola 14.1). Pomocí databáze existuje možnost vizualizace jednotlivých 3D objektů a zároveň možnost zobrazení v aplikaci Google Earth. Prostřednictvím serveru Youtube bylo zveřejněno video s průletem 3D modelu města Liberce (kapitola 14.6).

17. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- ADOBE, 2013. Produkty [online]. [vid. 22. 3. 2013]. Dostupné z: <http://www.adobe.com/cz/products/>
- ANSCHIRINGER, A., 1858. *Plan der Stadt Reichenberg 1858*. Dostupné z: SOKA v Liberci
- BATTY, M., LIN, H., 2009. *Virtual Geographic Environments*. ISBN 978-1-58948-318-7
- BELAI, E., 2012. *3D model památkově chráněného areálu na základě kombinace jeho geodetické a architektonické dokumentace* [online]. Západočeská univerzita v Plzni. [vid. 28. 8. 2012]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/bsh0xi/>
- BÖHM, J., 2002. *Fotogrammetrie: Učební texty* [online]. Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava [vid. 22. 3. 2013]. Dostupné z: <http://igdm.vsb.cz/igdm/materialy/Fotogrammetrie.pdf>
- CARROZZINO, M., EVANGELISTA, C., BERGAMASCO, M., 2012. *The Immersive Time-Machine: A Virtual Exploration of the History of Livorno* [online]. [vid. 12. 9. 2012]. Dostupné z: http://www.isprs.org/proceedings/XXXVIII/5-W1/pdf/carrozzino_etal_1.pdf
- CARTWRIGHT, W. E., 2006. *Using 3D Models For Visualizing „The City As It Might Be“* [online]. [vid. 12. 9. 2012]. Dostupné z: <http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/part2/pdf/cartwright.pdf>
- CEEOVÁ, J., 2010. *Rekonstrukční 3D vizualizace zaniklého sídla – případová studie Přísečnice* [online]. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem. [vid. 14. 9. 2012].
- ČTVERÁČEK, K. 2005. Ročenka liberecké architektury 01/2005. ISSN 1801-6227
- ČTVERÁČEK, K. 2010. Ročenka liberecké architektury 06/2010. ISSN 1801-6227
- ČTVERÁČEK, K., MOHR, J. 2001. *Liberec: Mezi vzpomínkou a přítomností*. ISBN 80-238-7667-8
- DESKTOP HELP 10.0, 2012. *What is a Geodatabase?* [online]. [vid. 20. 3. 13]. Dostupné z: http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/What_is_a_geodatabase/003n0000001000000/
- DESKTOP HELP 10.0, 2012b. *3D Analyst and ArcScene* [online]. [vid. 22. 3. 13]. Dostupné z: <http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/00q8000000p0000000>
- DĚJINY KARTOGRAFIE, 2005. *Multimediální učebnice* [online]. [vid. 20.12.2012]. Dostupné z: <http://oldgeogr.muni.cz/ucebnice/dejiny/obsah.php?show=117>
- DODGE, M., MCDERBY, M., TURNER, M., 2008. *Geographic Visualization: Concepts, Tools and Applications*. ISBN 978-0-470-51511-2.
- DOLEJŠÍ, J., 2011. *Zhodnocení software pro 3D modelování* [online]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích [vid. 22. 3. 2013]. Dostupné z: http://theses.cz/id/nan6bw/Zhodnocen_software_pro_3D_modelovn.pdf
- ESRI, 2008. *The Multipatch Geometry Type* [online]. [pdf]. [vid. 20. 3. 13]. Dostupné z: <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/multipatch-geometry-type.pdf>

- GOOGLE EARTH, 2013. O aplikaci [online]. [vid. 22. 3. 2013]. Dostupné z: <http://www.google.cz/intl/cs/earth/explore/products/desktop.html>
- GUIDI, G., FRISCHER, B., LUCENTI, I., 2012. *Rome Reborn: Virtualizing the Ancient Imperial Rome* [online]. [vid. 12.. 9. 2012]. Dostupné z: http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/5-W47/pdf/guidi_etal.pdf
- KARPAŠ, R., 2004. Kniha o Liberci. ISBN 8086761134
- KARPAŠ, R., MOHR, J., VURSTA, P., 1997. Kouzlo starých pohlednic Liberecka. ISBN 80-238-1496-6
- KNOWLES, A. K., 2002. Past Time, past place: Gis For History. ISBN 1-58948-032-5
- KNOWLES, A.K., 2008. Placing History: How Maps, Spatial Data, and GIS Are Changing Historical Scholarship. ISBN 978-1589480131
- KRAJINAK, 2012. *Detailní 3D modely historický budov* [online]. [vid. 15.3. 2013]. Dostupné z: http://krajinak.cz/images/letaky/3d_model_detailni_t.pdf
- LAND MANAGEMENT, 2011. *Metoda laserového skenování* [online]. [vid. 22. 3. 2013]. Dostupné z: <http://www.la-ma.cz/?p=88>
- LAND MANAGEMENT, 2011b. *Obor fotogrammetrie a dálkového průzkumu země* [online]. [vid. 22. 3. 2013]. Dostupné z: <http://www.la-ma.cz/?p=70>
- MACHT, P., 2011. *3D model města s využitím pro mobilní zařízení* [online]. Jihočeská univerzita v ČB. [vid. 28. 8. 2012]. Dostupné z: http://theses.cz/id/4rphxl/Bakalsk_prce_-_Petr_Macht.pdf <http://www.romereborn.virginia.edu/about.php>
- MEDIAWIKI, 2012. Collada: Digital Asset & FX Exchange Schema [online]. [vid. 20. 3. 2013]. Dostupné z: <https://collada.org/mediawiki/index.php/COLLADA>
- OGC, 2013. KML [online]. [vid. 20. 3. 13]. Dostupné z: <http://www.opengeospatial.org/standards/kml>
- RAPANT, P., 2005. *Geoinformační technologie* [pdf]. Vysoká škola báňská-Technická univerzita v Ostravě [vid. 22. 3. 2013].
- ROME REBORN, 2010. *A Digital Model of Ancient Rome* [online]. [vid. 22. 3. 2013]. Dostupné z: <http://www.romereborn.virginia.edu/about-archive.php>
- SKETCH UP HELP, 2013. Introduction to the SketchUp user interface [online]. [vid. 20. 3. 13]. Dostupné z: <https://support.google.com/sketchup/bin/answer.py?hl=en&answer=95079&topic=1700331&rd=1>
- SILVERMAN, D., 2005. *Ako robíť kvalitatívny výskum* [PDF]. [vid. 18. 4. 2013]. ISBN 80-551-0904-4
- STRACHOTA, P., 2013. *Procedurální modelování* [online]. ČVUT v Praze [vid. 22. 3. 2013]. Dostupné z: http://saint-paul.fjfi.cvut.cz/base/public-filesystem/admin-upload/POGR/POGR2/06.proceduralni_modelovani.pdf

SRNSKÝ, P., 2011. *Zobrazení historického vývoje budov v digitálních 3D modelech* [online]. Jihočeská univerzita v ČB. [vid. 7. 9. 2012]. Dostupné z: http://theses.cz/id/vaxxgb/Zobrazen_historickho_vvoje_budov_v_digitlnch_3D_modelech.pdf

SUPPORT GOOGLE, 2013. O jazyce KML [online]. [vid. 20. 3. 13]. Dostupné z: <http://support.google.com/earth/bin/answer.py?hl=cs&answer=148118>

TRIMBLE SKETCHUP, 2013. *Powerful yet easy-to-learn 3D software tool* [online]. [vid. 9. 4. 2013]. Dostupné z: https://store.sketchup.com/?lang_code=en

VRŇÁKOVÁ, M., 2009. *Vytvoření prostorového modelu historického objektu* [online]. ČVUT Praha. [vid. 7. 9. 2012]. Dostupné z: http://konopiste-3d.ic.cz/ke_stazeni/text_DP.pdf

WIKIPEDIA, 2013. *Počítačová 3D grafika* [online]. [vid. 18. 4. 2013]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Po%C4%8D%C3%ADta%C4%8Dov%C3%A1_3D_grafika

ZEMAN, J., 2012. Liberec: urbanismus, pomníky, architektura, objekty, industriál, památky. ISBN 978-80-86660-33-2

Historické fotografie a pohlednice

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka fotografie historická, F 44* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka fotografie historická, F 131* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka fotografie historická, F 139* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka fotografie historická, F 147* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka fotografie historická, F 148* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka fotografie historická, F 209* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka fotografie historická, F 244* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka fotografie historická, F 513* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka pohlednice, Ph 902/1* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka pohlednice, Ph 870/2* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka pohlednice, Ph 877/2* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka pohlednice, Ph 867/3* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka pohlednice, Ph 869/3* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka pohlednice, Ph 882/12* [formát JPEG].

SEVEROČESKÉ MUZEUM V LIBERCI, 2013. *Sbírka pohlednice, Ph 882/13* [formát JPEG].

Historická stavební dokumentace

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 247/I.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 249/I.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 254/I.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 255/I.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 256/I.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 257/I.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 259/I.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 260/I.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 264/I.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 1/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 2/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 4/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 9/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 10/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 12/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 13/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 14/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 300/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 305/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 306/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 307/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 308/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 309/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 312/II.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 4/III.*

ARCHIV STAVEBNÍHO ÚŘADU V LIBERCI, 2013. *Stavební dokumentace 6/III.*

STÁTNÍ OKRESNÍ ARCHIV LIBEREC, 2013. *Sbírka map a plánů SOKA: fond Archiv města Liberec-B-stavební záležitosti, demoliční spis 3/I (nezpracovaná část).*

STÁTNÍ OKRESNÍ ARCHIV LIBEREC, 2013. *Sbírka map a plánů SOKA: fond Archiv města Liberec-B-stavební záležitosti, demoliční spis 4/I (nezpracovaná část).*

STÁTNÍ OKRESNÍ ARCHIV LIBEREC, 2013. *Sbírka map a plánů SOKA: fond Archiv města Liberec-B-stavební záležitosti, demoliční spis 180/I (nezpracovaná část).*

STÁTNÍ OKRESNÍ ARCHIV LIBEREC, 2013. *Sbírka map a plánů SOKA: fond Archiv města Liberec-B-stavební záležitosti, demoliční spis 181/I (nezpracovaná část).*

STÁTNÍ OKRESNÍ ARCHIV LIBEREC, 2013. *Sbírka map a plánů SOKA: fond Archiv města Liberec-B-stavební záležitosti, demoliční spis 246/I (nezpracovaná část).*

STÁTNÍ OKRESNÍ ARCHIV LIBEREC, 2013. *Sbírka map a plánů SOKA: fond Archiv města Liberec-B-stavební záležitosti, demoliční spis 1/IV (nezpracovaná část).*

STÁTNÍ OKRESNÍ ARCHIV LIBEREC, 2013. *Sbírka map a plánů SOKA: fond Archiv města Liberec-B-stavební záležitosti, demoliční spis 2/IV (nezpracovaná část).*

STÁTNÍ OKRESNÍ ARCHIV LIBEREC, 2013. *Sbírka map a plánů SOKA: fond Archiv města Liberec-B-stavební záležitosti, demoliční spis 5/IV (nezpracovaná část).*

STÁTNÍ OKRESNÍ ARCHIV LIBEREC, 2013. *Sbírka map a plánů SOKA: fond Archiv města Liberec-B-stavební záležitosti, demoliční spis 6/IV (nezpracovaná část).*

STÁTNÍ OKRESNÍ ARCHIV LIBEREC, 2013. *Sbírka map a plánů SOKA: fond Archiv města Liberec-B-stavební záležitosti, demoliční spis 8/IV (nezpracovaná část).*

STÁTNÍ OKRESNÍ ARCHIV LIBEREC, 2013. *Sbírka map a plánů SOKA: fond Archiv města Liberec-B-stavební záležitosti, demoliční spis kostel sv. Antonína (nezpracovaná část).*

18. SEZNAM PŘÍLOH

Graf 1: Modelované časové období jednotlivých 3D objektů ve studovaném území (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 1: Výřez z Anschiringerovy mapy s vizualizací zájmového území (zdroj: SOKA, vlastní úpravy)

Obr. 2: Vizualizace prostředí 3D modelu města Berlín (zdroj: <http://www.businesslocationcenter.de>)

Obr. 3: Vizualizace prostředí 3D modelu starověkého Říma (zdroj: <http://www.romereborn.virginia.edu>)

Obr. 4: Vizualizace zájmového území města Melbourne s použitím kompozitního obrazu (zdroj: Cartwright 2006)

Obr. 5: Nejstarší použitý stavební plán z roku 1795 pro objekt 14/II (zdroj: ASÚ)

Obr. 6: Fotografie Sokolovského náměstí z roku 1870 (zdroj: SM)

Obr. 7: Uživatelské prostředí programu SketchUp 8, 1. záhlaví 2. menu 3. panel nástrojů 4. kreslicí plocha 5. status panel 6. měřicí nástroj (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 8: Vizualizace prostředí aplikace Google Earth se zobrazením kostela sv. Antonína z období 70. let 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 9: Geometrické prvky tvořící formát *Multipatch* (zdroj: <http://resources.arcgis.com>)

Obr. 10: Grafické schéma připojených tabulek pomocí *Relationship Class* (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 11: Ukázka Anschiringerovi mapy z roku 1858 (zdroj: SOKA)

Obr. 12: : Fáze postupu práce vybrané metody 3D modelování (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 13: Schéma procesu tvorby vstupních dat do prostředí programu SketchUp 8 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 14: Vizualizace hrubé stavby vytvořené z půdorysu budovy číslo 306/II (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 15: Vizualizace využití stavebního výkresu jako šablony pro fasádu budovy číslo 306/II (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 16: Ukázka finální verze 3D objektu na příkladu liberecké radnice, stav z roku 1893 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 17: Prostedí databáze 3D Warehouse se zobrazeným objektem číslo 9/II (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 18: Ukázka užití jedinečných 2D mapových symbolů (zdroj: SOKA, vlastní úpravy)

Obr. 19: Vizualizace 3D objektu číslo 1/I, stav z roku 1893 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 20: Vizualizace 3D objektu číslo 2/I, stav z 80. let 19. století (vlastní zpracování)

Obr. 21: Vizualizace 3D objektu číslo 3/I, stav z roku 1831 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 22: Vizualizace 3D objektu číslo 4/I, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 23: Vizualizace 3D objektu číslo 177/I, stav před rokem 1881 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 24: Vizualizace 3D objektu číslo 178/I, stav před rokem 1881 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 25: Vizualizace 3D objektu číslo 179/I, stav před rokem 1881 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 26: Vizualizace 3D objektu číslo 180/I, stav z roku 1842 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 27: Vizualizace 3D objektu číslo 181/I, stav z roku 1866 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 28: Vizualizace 3D objektu číslo 183/I, stav před rokem 1881 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 29: Vizualizace 3D objektu číslo 184/I, stav před rokem 1881 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 30: Vizualizace 3D objektu číslo 244/I, stav z roku 1900 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 31: Vizualizace 3D objektu číslo 245/I, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 32: Vizualizace 3D objektu číslo 246/I, stav z roku 1839 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 33: Vizualizace 3D objektu číslo 247/I, stav z roku 1861 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 34: Vizualizace 3D objektu číslo 248/I, stav z roku 1908 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 35: Vizualizace 3D objektu číslo 249/I, stav z roku 1846 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 36: Vizualizace 3D objektu číslo 250/I, stav z roku 1864 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 37: Vizualizace 3D objektu číslo 251/I, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 38: Vizualizace 3D objektu číslo 252/I, časové období nezjištěno (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 39: Vizualizace 3D objektu číslo 254/I, stav z roku 1859 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 40: Vizualizace 3D objektu číslo 255/I, stav z roku 1863 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 41: Vizualizace 3D objektu číslo 256/I, stav z roku 1876 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 42: Vizualizace 3D objektu číslo 257/I, stav z roku 1869 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 43: Vizualizace 3D objektu číslo 258/I, stav z roku 1820 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 44: Vizualizace 3D objektu číslo 259/I, stav z roku 1869 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 45: Vizualizace 3D objektu číslo 260/I, stav z roku 1860 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 46: Vizualizace 3D objektu číslo 261/I, stav z roku 1844 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 47: Vizualizace 3D objektu číslo 262/I, stav z roku 1844 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 48: Vizualizace 3D objektu číslo 263/I, stav z roku 1844 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 49: Vizualizace 3D objektu číslo 264/I, stav z roku 1835 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 50: Vizualizace 3D objektu číslo 265/I, stav z roku 1900 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 51: Vizualizace 3D objektu číslo 266/I, stav z roku 1900 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 52: Vizualizace 3D objektu číslo 268/I, stav z roku 1900 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 53: Vizualizace 3D objektu číslo 277/I, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 54: Vizualizace 3D objektu číslo 278/I, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 55: Vizualizace 3D objektu číslo 1/II, stav z roku 1890 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 56: Vizualizace 3D objektu číslo 2/II, stav z roku 1810 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 57: Vizualizace 3D objektu číslo 3/II, stav z roku 1890 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 58: Vizualizace 3D objektu číslo 4/II, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 59: Vizualizace 3D objektu číslo 5/II, časové období nezjištěno (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 60: Vizualizace 3D objektu číslo 6/II, stav z roku 1860 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 61: Vizualizace 3D objektu číslo 7/II, stav po roce 1893 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 62: Vizualizace 3D objektu číslo 8/II, stav z roku 1837 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 63: Vizualizace 3D objektu číslo 9/II, stav z roku 1898 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 64: Vizualizace 3D objektu číslo 10/II, stav z roku 1884 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 65: Vizualizace 3D objektu číslo 11/II, časové období nezjištěno (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 66: Vizualizace 3D objektu číslo 12/II, stav před rokem 1864 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 67: Vizualizace 3D objektu číslo 13/II, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 68: Vizualizace 3D objektu číslo 14/II, stav z roku 1795 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 69: Vizualizace 3D objektu číslo 293/II, stav z roku 1910 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 70: Vizualizace 3D objektu číslo 294/II, stav z roku 1900 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 71: Vizualizace 3D objektu číslo 300/II, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 72: Vizualizace 3D objektu číslo 304/II, stav z roku 1890 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 73: Vizualizace 3D objektu číslo 305/II, stav z roku 1900 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 74: Vizualizace 3D objektu číslo 306/II, stav před rokem 1884 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 75: Vizualizace 3D objektu číslo 307/II, stav z roku 1836 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 76: Vizualizace 3D objektu číslo 308/II, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 77: Vizualizace 3D objektu číslo 309/II, stav z roku 1857 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 78: Vizualizace 3D objektu číslo 310/II, stav z roku 1844 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 79: Vizualizace 3D objektu číslo 311/II, stav z 60. let 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 80: Vizualizace 3D objektu číslo 312/II, stav z roku 1860 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 81: Vizualizace 3D objektu kostela sv. Antonína, stav ze 70. let 19. st. (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 82: Vizualizace 3D objektu číslo 1/III, stav z roku 1893 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 83: Vizualizace 3D objektu číslo 2/III, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 84: Vizualizace 3D objektu číslo 3/III, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 85: Vizualizace 3D objektu číslo 4/III, stav z roku 1809 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 86: Vizualizace 3D objektu číslo 5/III, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 87: Vizualizace 3D objektu číslo 6/III, stav z roku 1854 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 88: Vizualizace 3D objektu číslo 1/IV, stav z roku 1847 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 89: Vizualizace 3D objektu číslo 2/IV, stav z roku 1865 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 90: Vizualizace 3D objektu číslo 3/IV, stav před rokem 1881 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 91: Vizualizace 3D objektu číslo 4/IV, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 92: Vizualizace 3D objektu číslo 5/IV, stav z roku 1851 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 93: Vizualizace 3D objektu číslo 6/IV, stav z roku 1864 (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 94: Vizualizace 3D objektu číslo 7/IV, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 95: Vizualizace 3D objektu číslo 8/IV, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 96: Vizualizace 3D objektu číslo 9/IV, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 97: Vizualizace kompletního 3D modelu města Liberec, pohled od jihovýchodu (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 98: Vizualizace kompletního 3D modelu města Liberec, pohled od jihozápadu (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 99: Vizualizace náměstí Dr. E. Beneše, v popředí stará radnice s kašnou (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 100: Vizualizace východní části Sokolovského náměstí, v centrální části již nestojící kaplička, v pozadí kostel sv. Antonína před přestavbou (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 101: Vizualizace Sokolovského náměstí, v popředí již nestojící morový sloup bez soch, pohled od východu (zdroj: vlastní zpracování)

Obr. 102: Vizualizace západní části 3D modelu města Liberec, pohled od východu z věže staré radnice (zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 1: Dostupnost potřebných materiálů ve vybraných institucích a zdrojích dat
(vlastní zdroj)

Tab. 2: Přehled vrstev v pracovní geodatabázi (zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 3: Přehled polí v atributové tabulce vrstvy Budovy (zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 4: Přehled polí v atributové tabulce vrstvy Objekty (zdroj: vlastní zpracování)

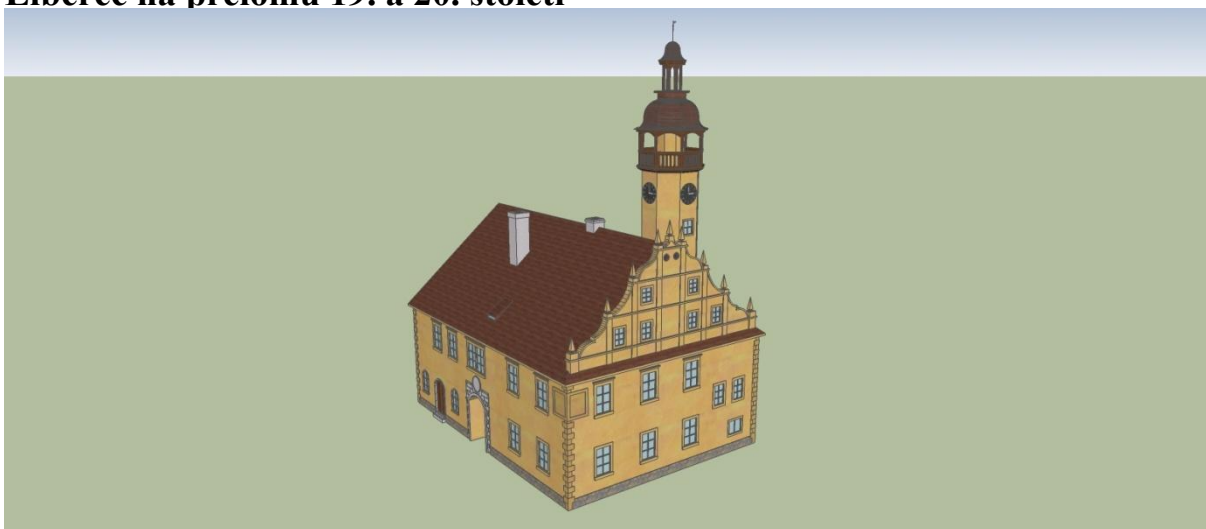
Tab. 5: Přehled polí v tabulce vrstvy Historicke_fotografie (zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 6: Přehled polí v tabulce vrstvy Pohlednice_a_malby (zdroj: vlastní zpracování)

Tab. 7: Přehled polí v tabulce vrstvy Obchodni_rejstrik_1863 (zdroj: vlastní zpracování)

19. PŘÍLOHY

19.1 Vizualizace vytvořených objektů 3D modelu historické zástavby města Liberec na přelomu 19. a 20. století



Obr. 19: Vizualizace 3D objektu číslo 1/I, stav z roku 1893 (zdroj: vlastní zpracování)



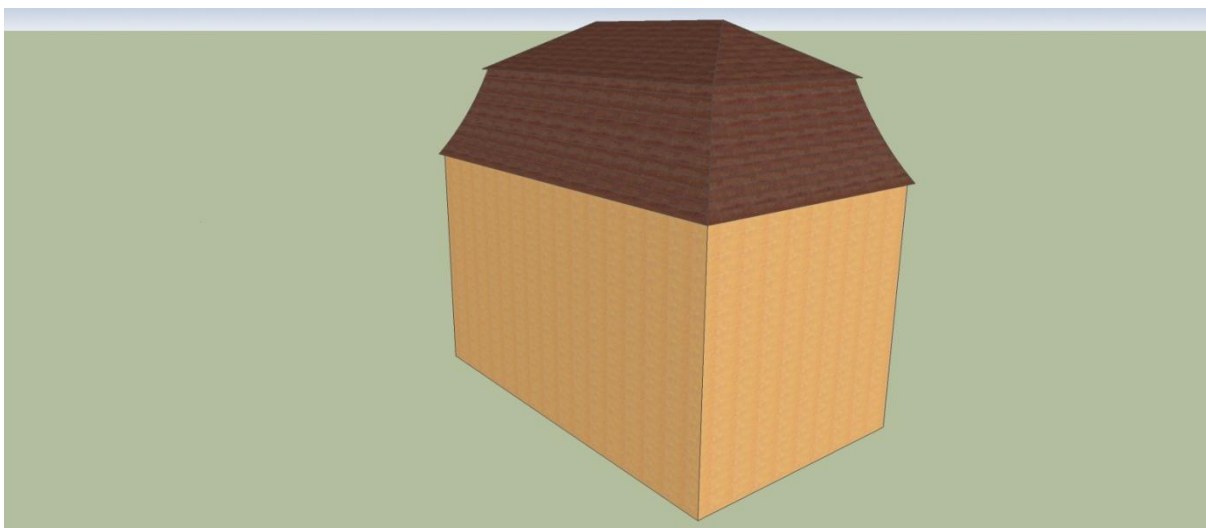
Obr. 20: Vizualizace 3D objektu číslo 2/I, stav z 80. let 19. století (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 21: Vizualizace 3D objektu číslo 3/I, stav z roku 1831 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 22: Vizualizace 3D objektu číslo 4/I, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 23: Vizualizace 3D objektu číslo 177/I, stav před rokem 1881 (zdroj: vlastní zpracování)



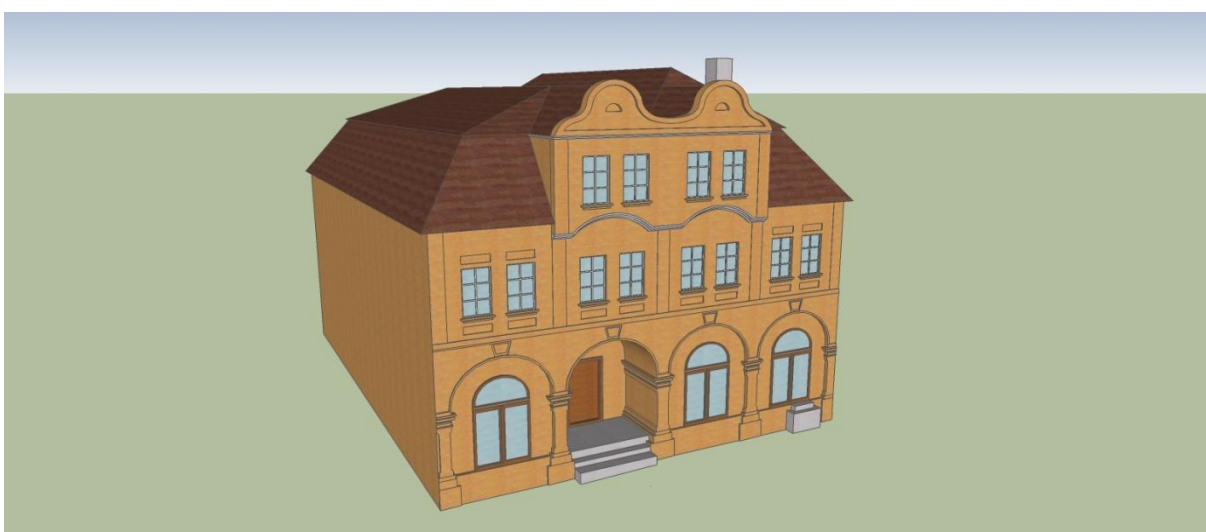
Obr. 24: Vizualizace 3D objektu číslo 178/I, stav před rokem 1881 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 25: Vizualizace 3D objektu číslo 179/I, stav před rokem 1881 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 26: Vizualizace 3D objektu číslo 180/I, stav z roku 1842 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 27: Vizualizace 3D objektu číslo 181/I, stav z roku 1866 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 28: Vizualizace 3D objektu číslo 183/I, stav před rokem 1881 (zdroj: vlastní zpracování)



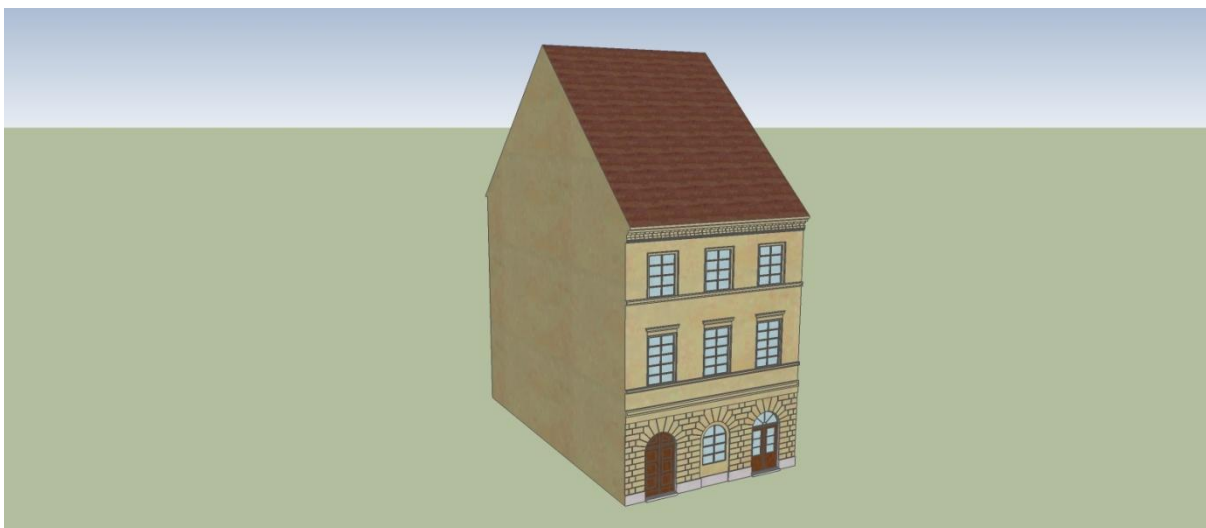
Obr. 29: Vizualizace 3D objektu číslo 184/I, stav před rokem 1881 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 30: Vizualizace 3D objektu číslo 244/I, stav z roku 1900 (zdroj: vlastní zpracování)



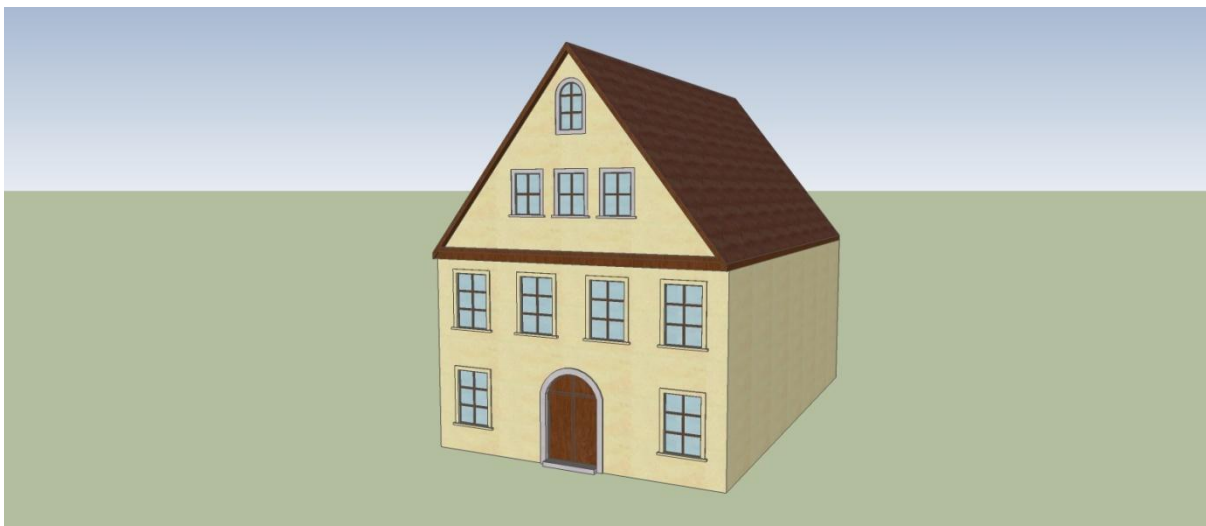
Obr. 31: Vizualizace 3D objektu číslo 245/I, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)



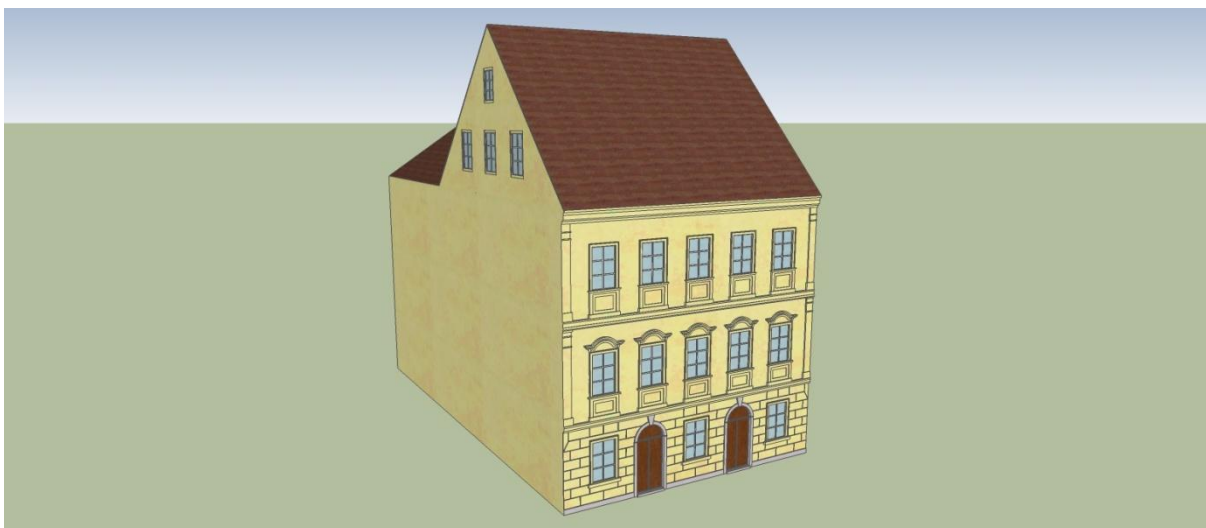
Obr. 32: Vizualizace 3D objektu číslo 246/I, stav z roku 1839 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 33: Vizualizace 3D objektu číslo 247/I, stav z roku 1861 (zdroj: vlastní zpracování)



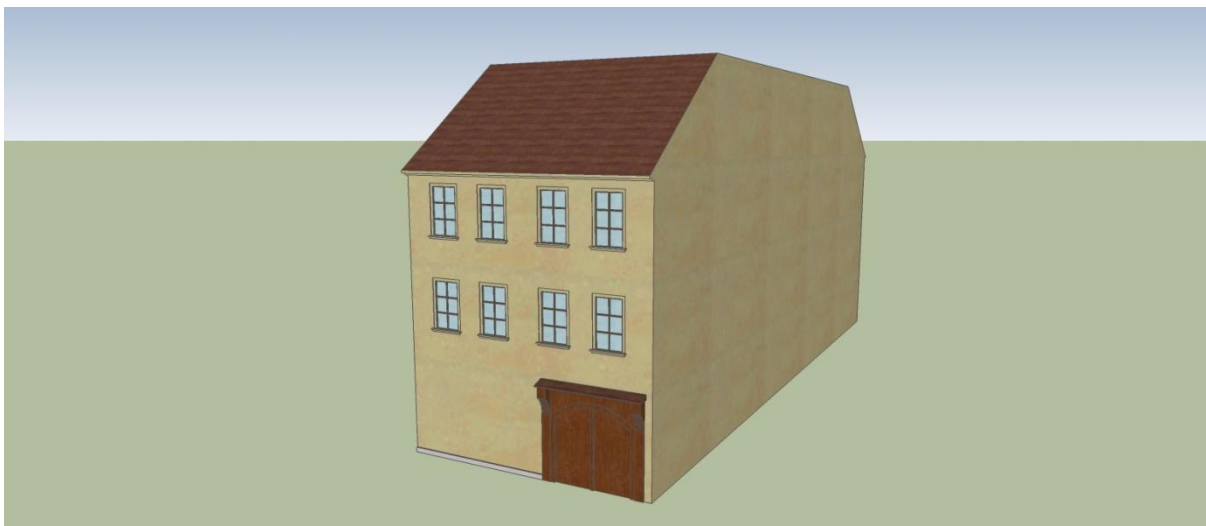
Obr. 34: Vizualizace 3D objektu číslo 248/I, stav z roku 1908 (zdroj: vlastní zpracování)



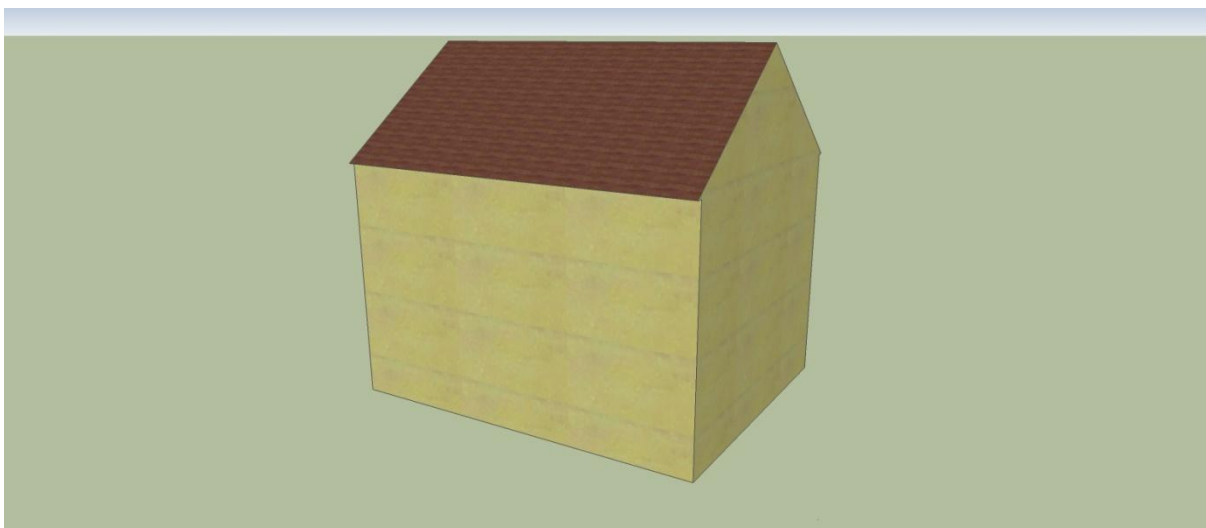
Obr. 35: Vizualizace 3D objektu číslo 249/I, stav z roku 1846 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 36: Vizualizace 3D objektu číslo 250/I, stav z roku 1864 (zdroj: vlastní zpracování)



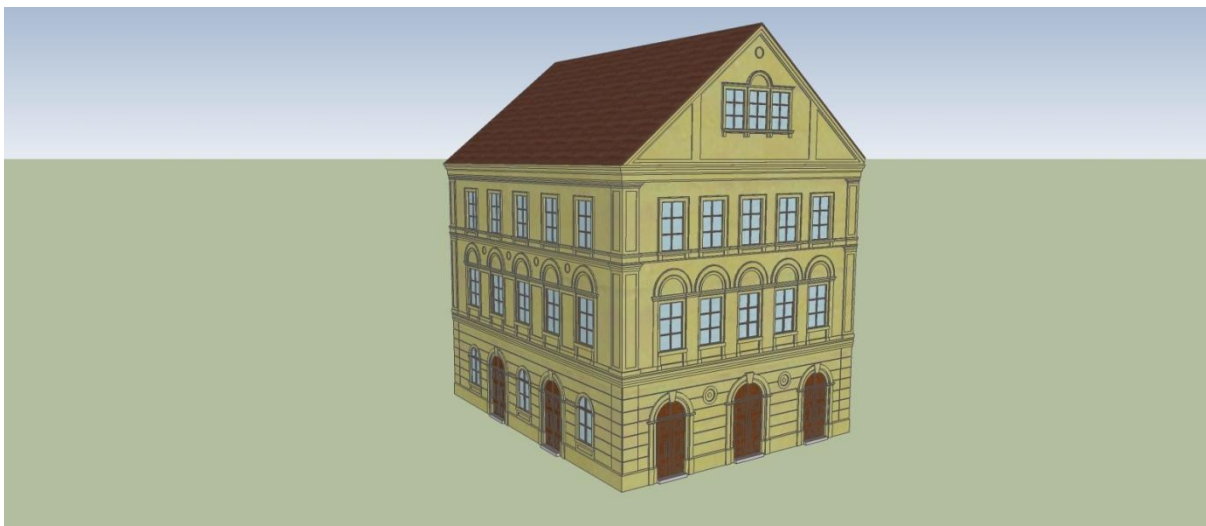
Obr. 37: Vizualizace 3D objektu číslo 251/I, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 38: Vizualizace 3D objektu číslo 252/I, časové období nezjištěno (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 39: Vizualizace 3D objektu číslo 254/I, stav z roku 1859 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 40: Vizualizace 3D objektu číslo 255/I, stav z roku 1863 (zdroj: vlastní zpracování)



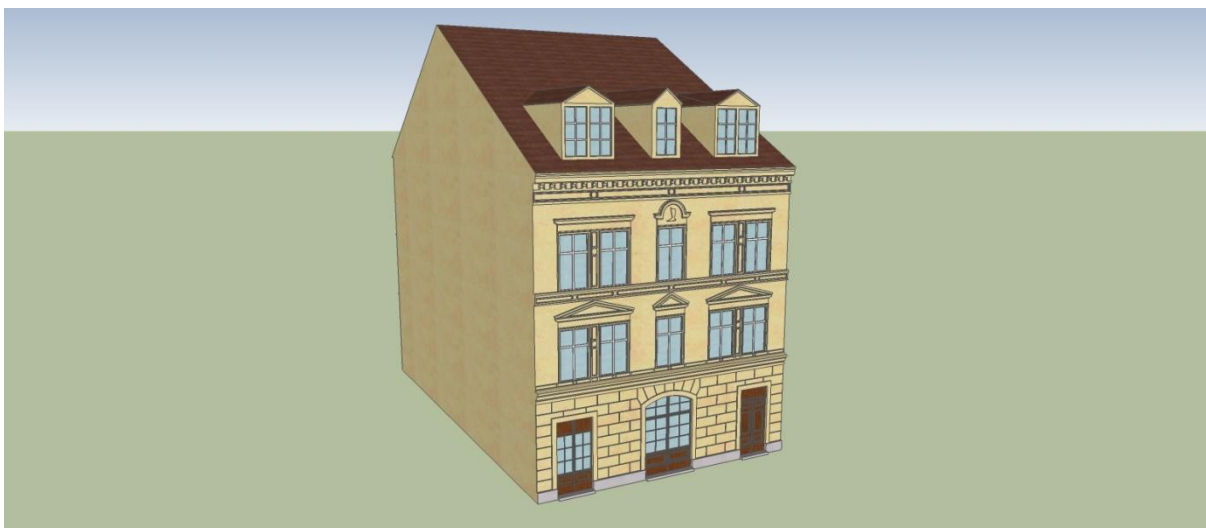
Obr. 41: Vizualizace 3D objektu číslo 256/I, stav z roku 1876 (zdroj: vlastní zpracování)



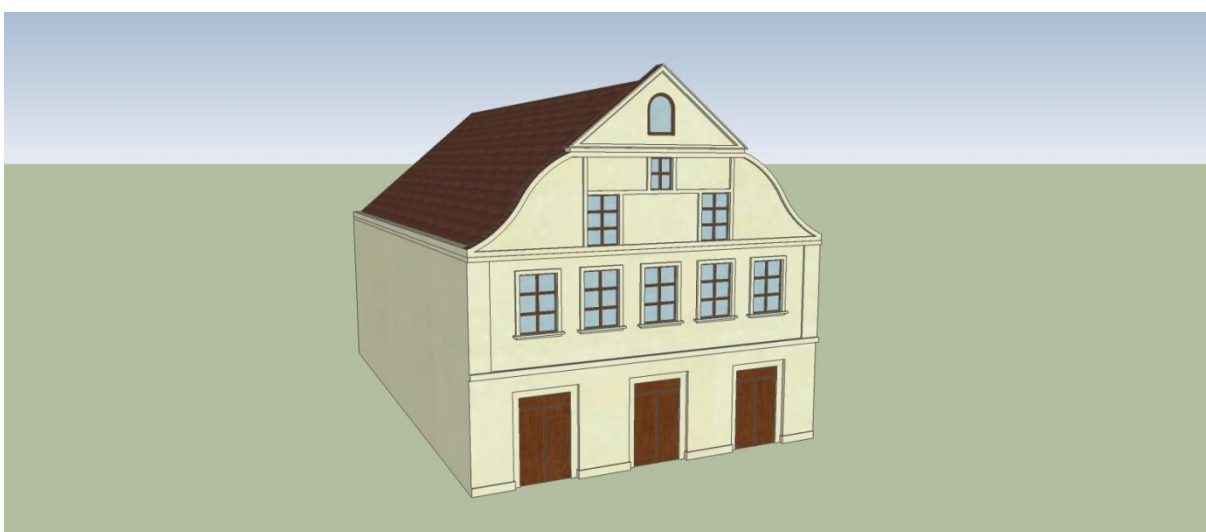
Obr. 42: Vizualizace 3D objektu číslo 257/I, stav z roku 1869 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 43: Vizualizace 3D objektu číslo 258/I, stav z roku 1820 (zdroj: vlastní zpracování)



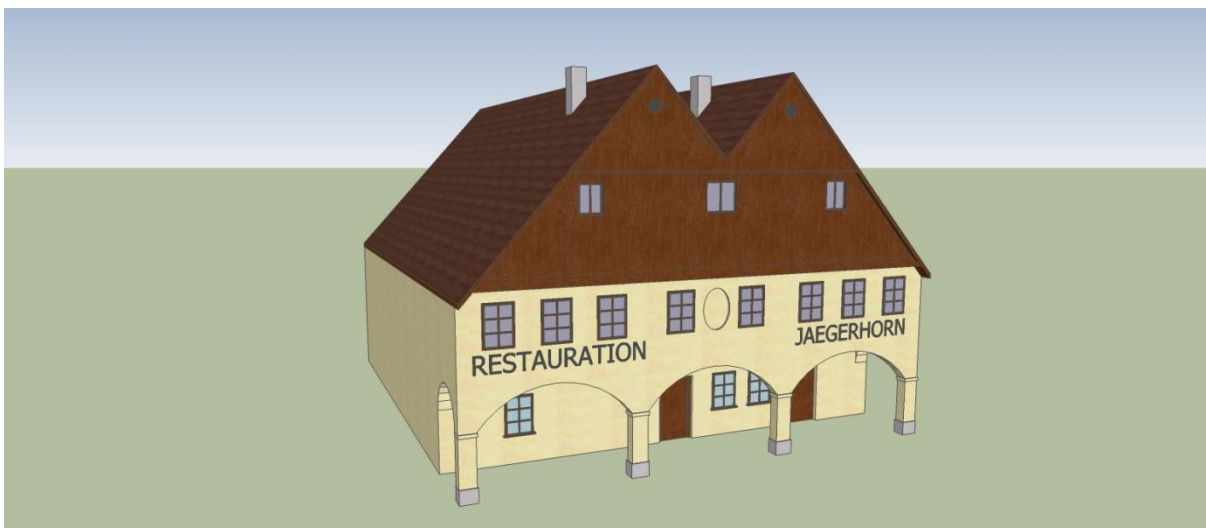
Obr. 44: Vizualizace 3D objektu číslo 259/I, stav z roku 1869 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 45: Vizualizace 3D objektu číslo 260/I, stav z roku 1860 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 46: Vizualizace 3D objektu číslo 261/I, stav z roku 1844 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 47: Vizualizace 3D objektu číslo 262/I, stav z roku 1844 (zdroj: vlastní zpracování)



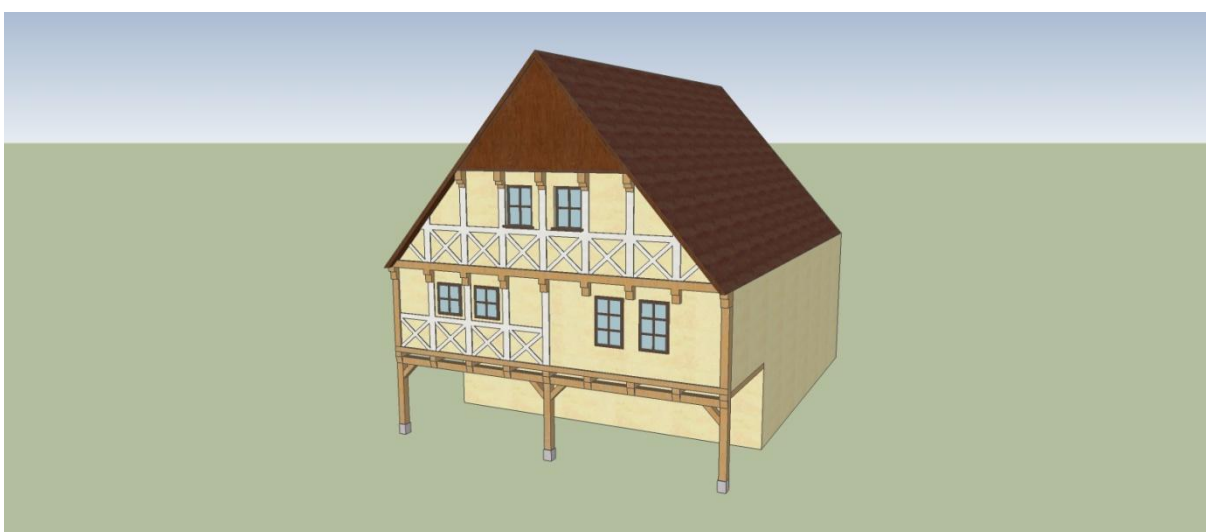
Obr. 48: Vizualizace 3D objektu číslo 263/I, stav z roku 1844 (zdroj: vlastní zpracování)



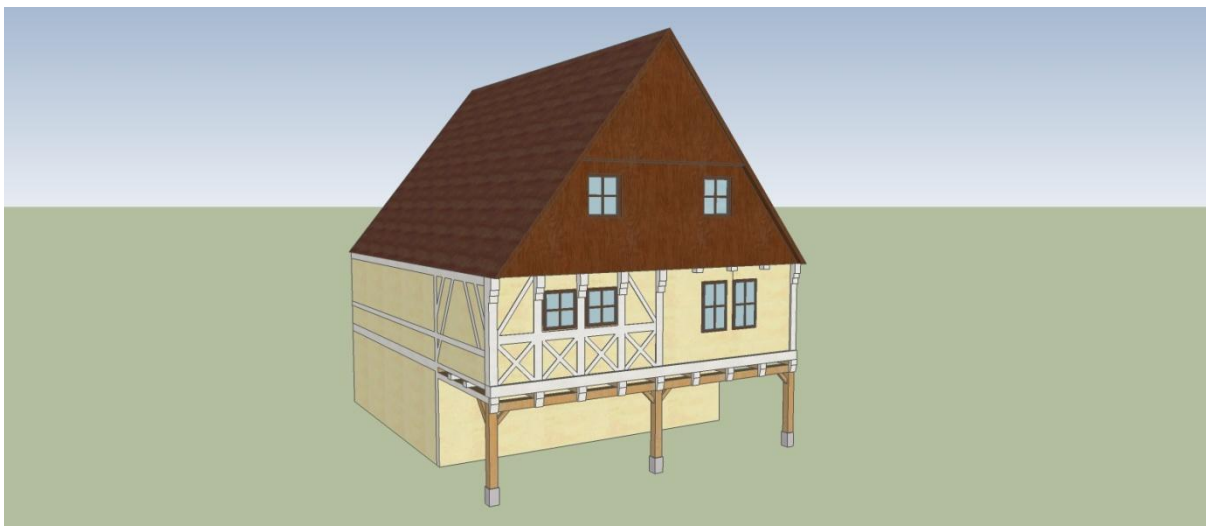
Obr. 49: Vizualizace 3D objektu číslo 264/I, stav z roku 1835 (zdroj: vlastní zpracování)



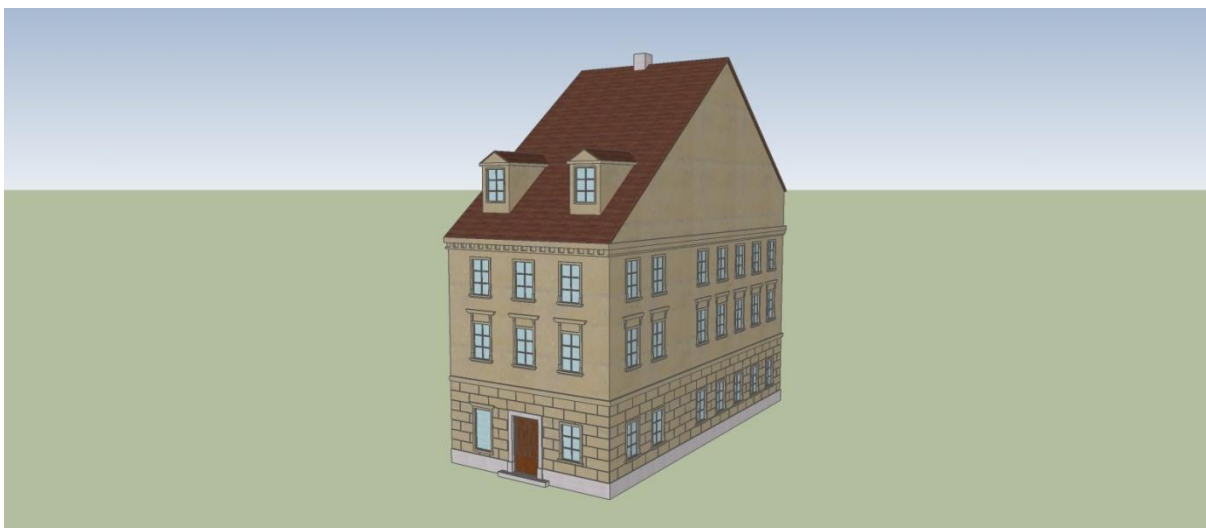
Obr. 50: Vizualizace 3D objektu číslo 265/I, stav z roku 1900 (zdroj: vlastní zpracování)



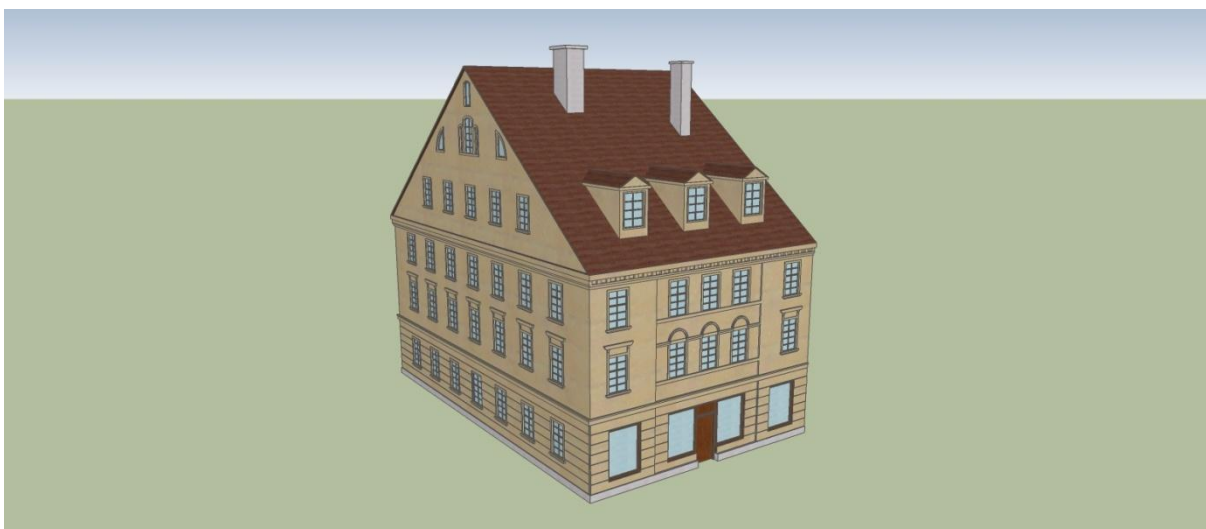
Obr. 51: Vizualizace 3D objektu číslo 266/I, stav z roku 1900 (zdroj: vlastní zpracování)



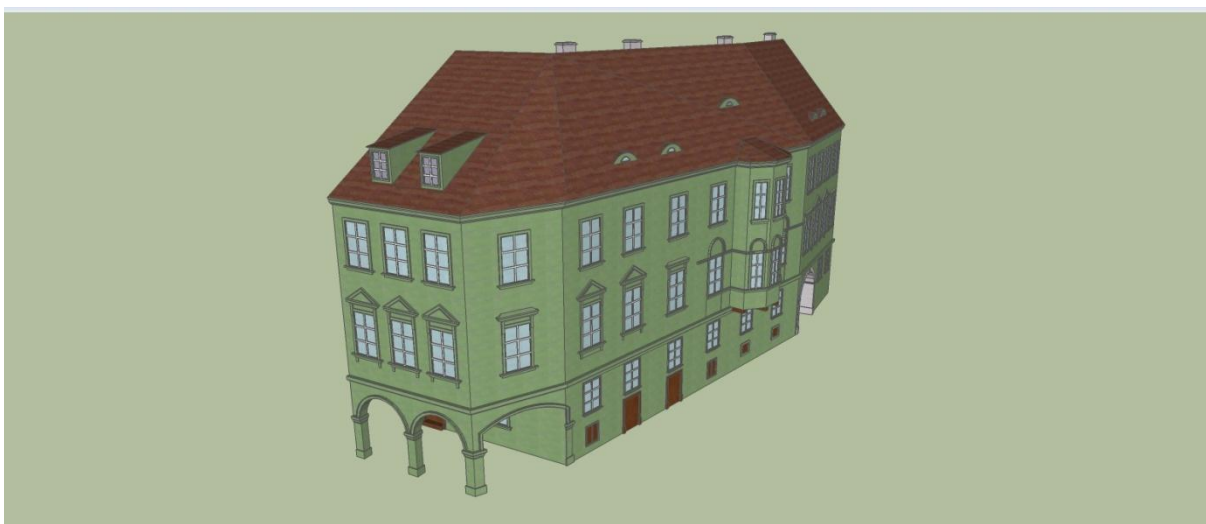
Obr. 52: Vizualizace 3D objektu číslo 268/I, stav z roku 1900 (zdroj: vlastní zpracování)



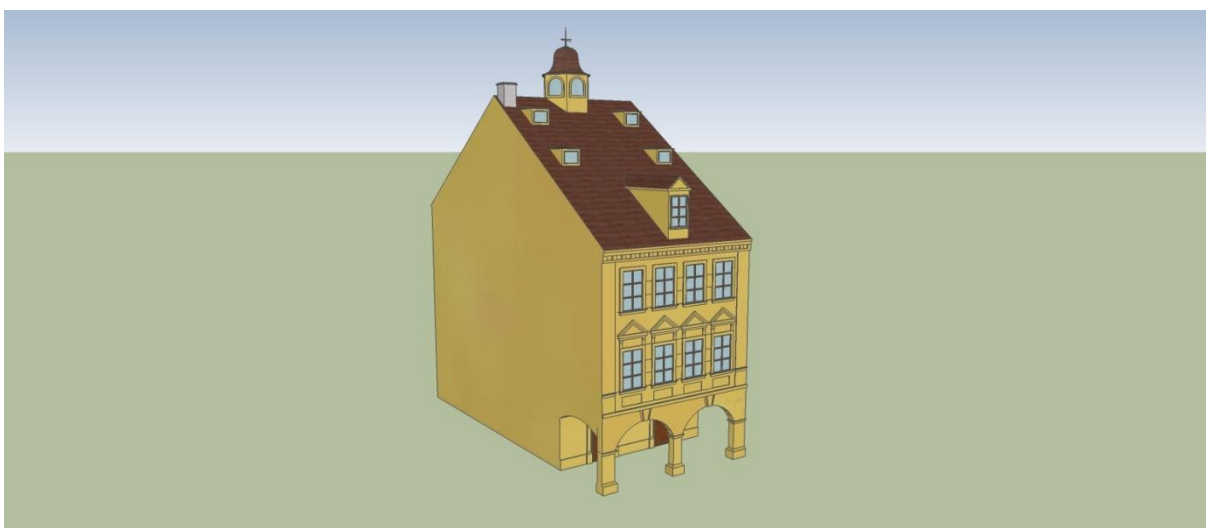
Obr. 53: Vizualizace 3D objektu číslo 277/I, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)



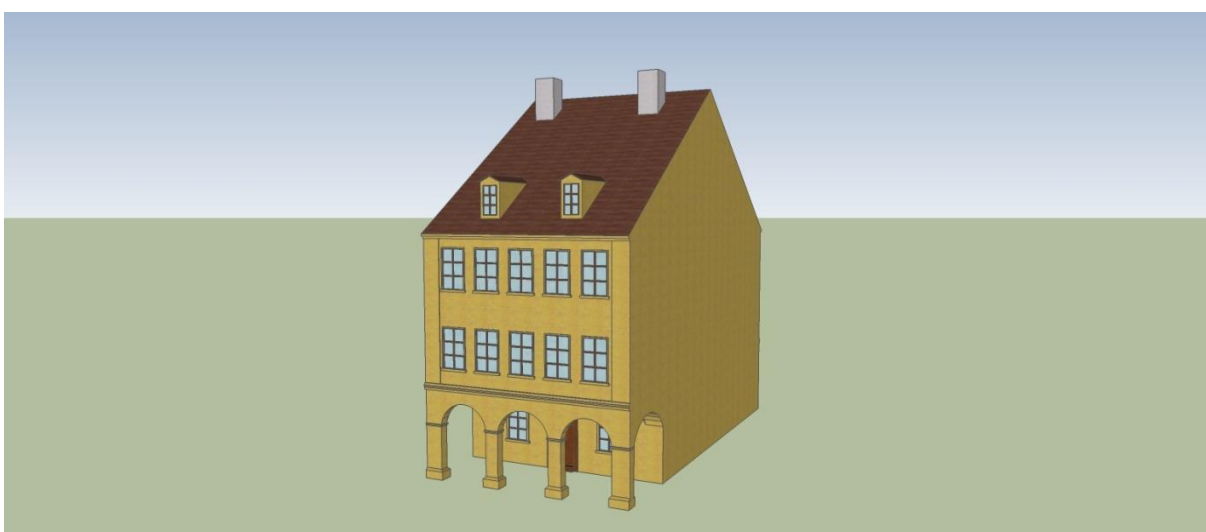
Obr. 54: Vizualizace 3D objektu číslo 278/I, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)



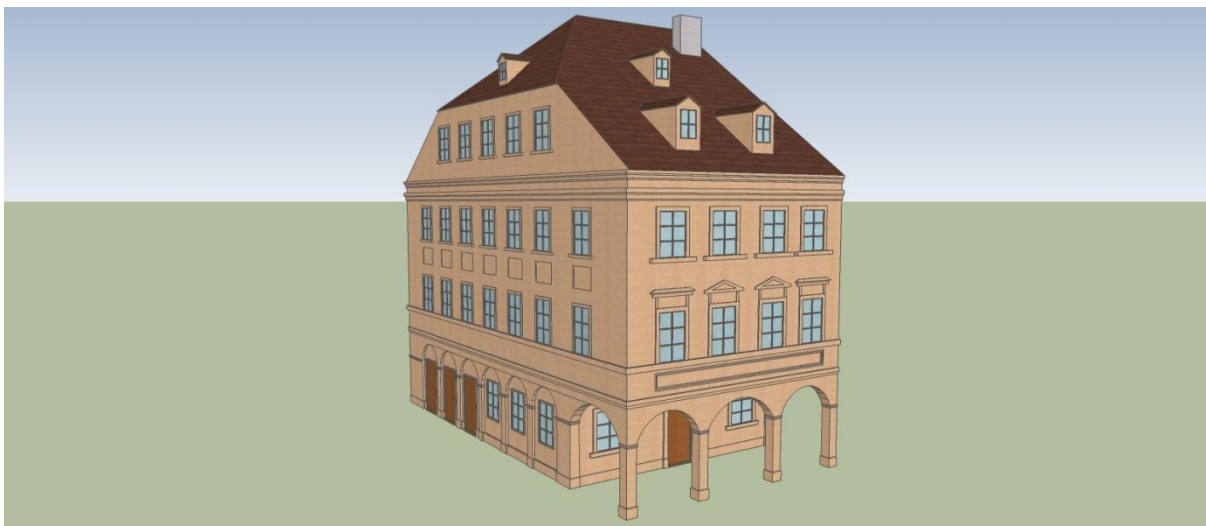
Obr. 55: Vizualizace 3D objektu číslo 1/II, stav z roku 1890 (zdroj: vlastní zpracování)



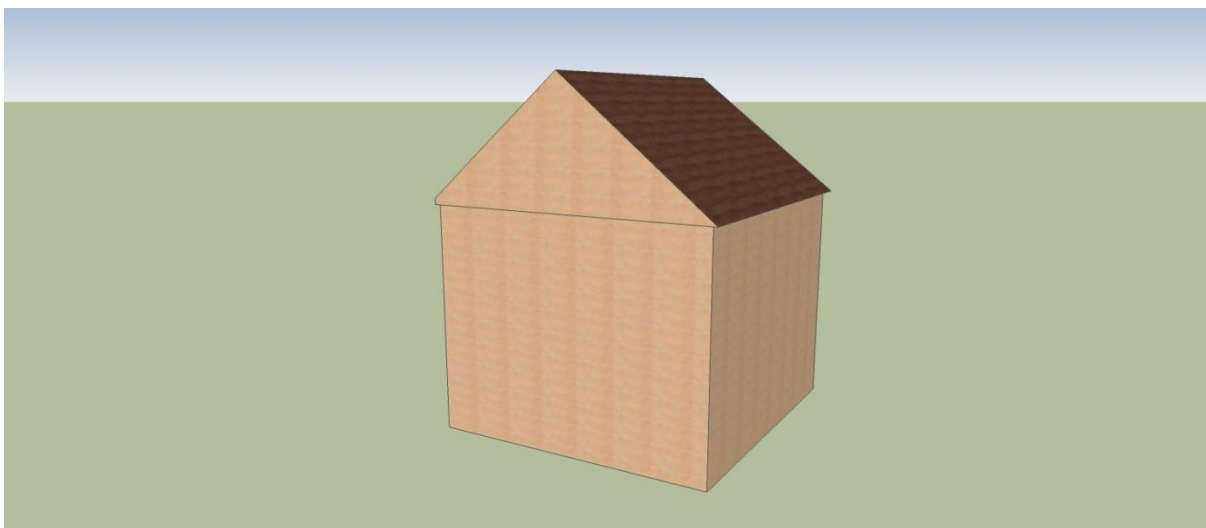
Obr. 56: Vizualizace 3D objektu číslo 2/II, stav z roku 1810 (zdroj: vlastní zpracování)



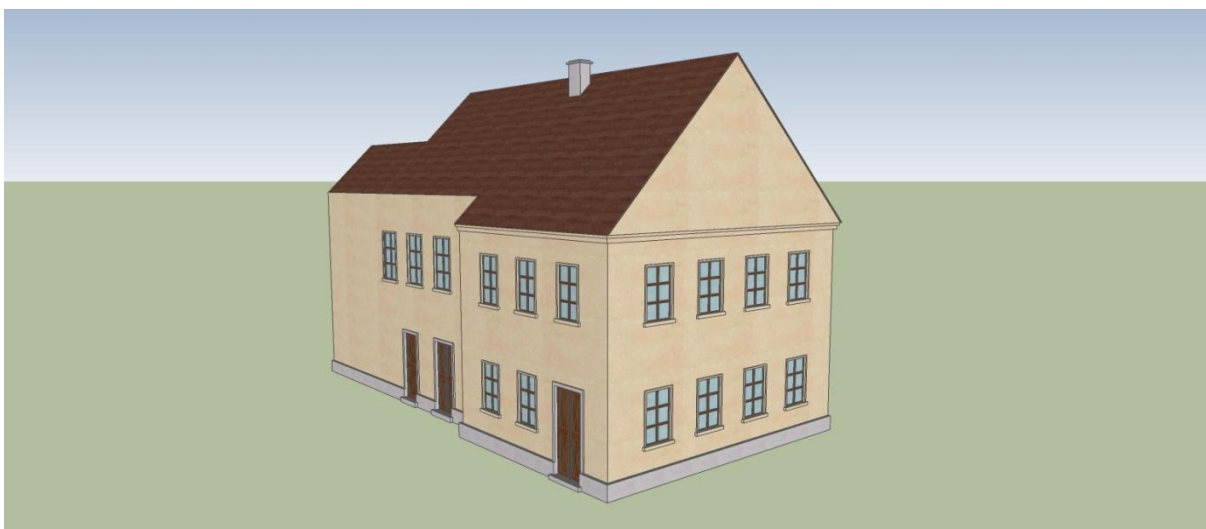
Obr. 57: Vizualizace 3D objektu číslo 3/II, stav z roku 1890 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 58: Vizualizace 3D objektu číslo 4/II, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)



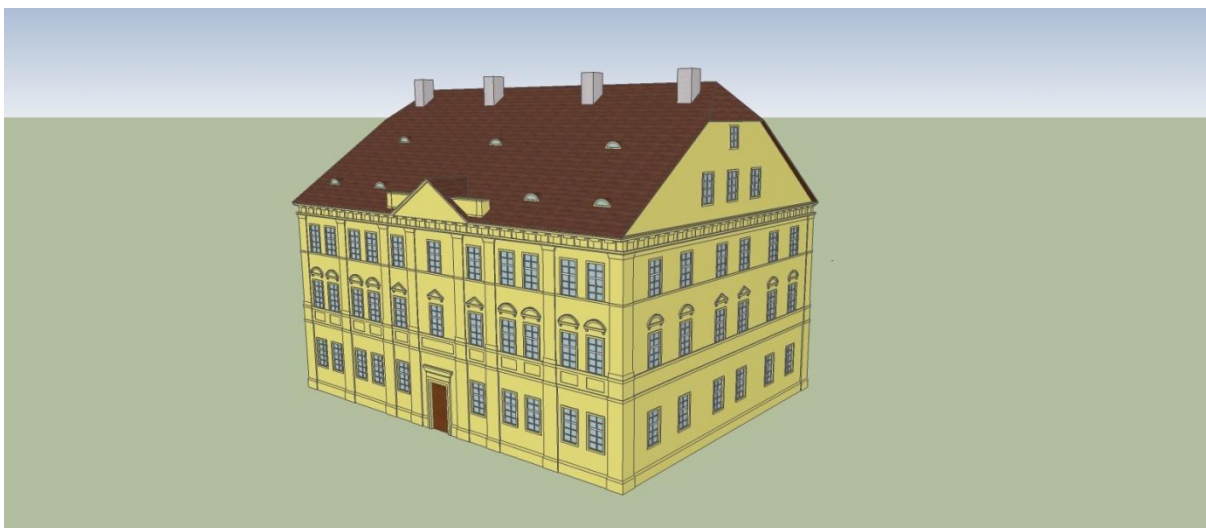
Obr. 59: Vizualizace 3D objektu číslo 5/II, časové období nezjištěno (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 60: Vizualizace 3D objektu číslo 6/II, stav z roku 1860 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 61: Vizualizace 3D objektu číslo 7/II, stav po roce 1893 (zdroj: vlastní zpracování)



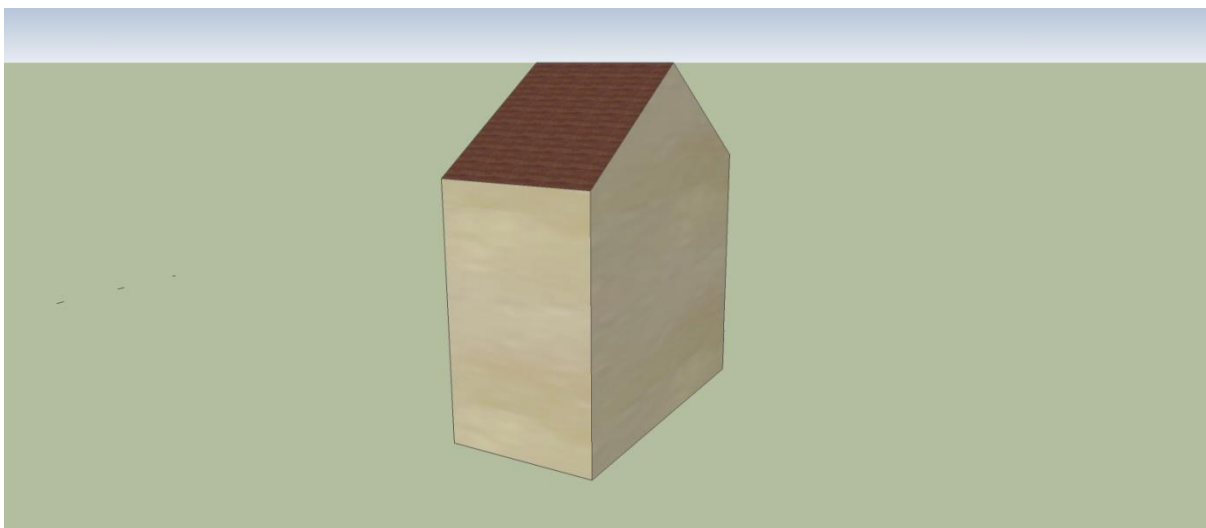
Obr. 62: Vizualizace 3D objektu číslo 8/II, stav z roku 1837 (zdroj: vlastní zpracování)



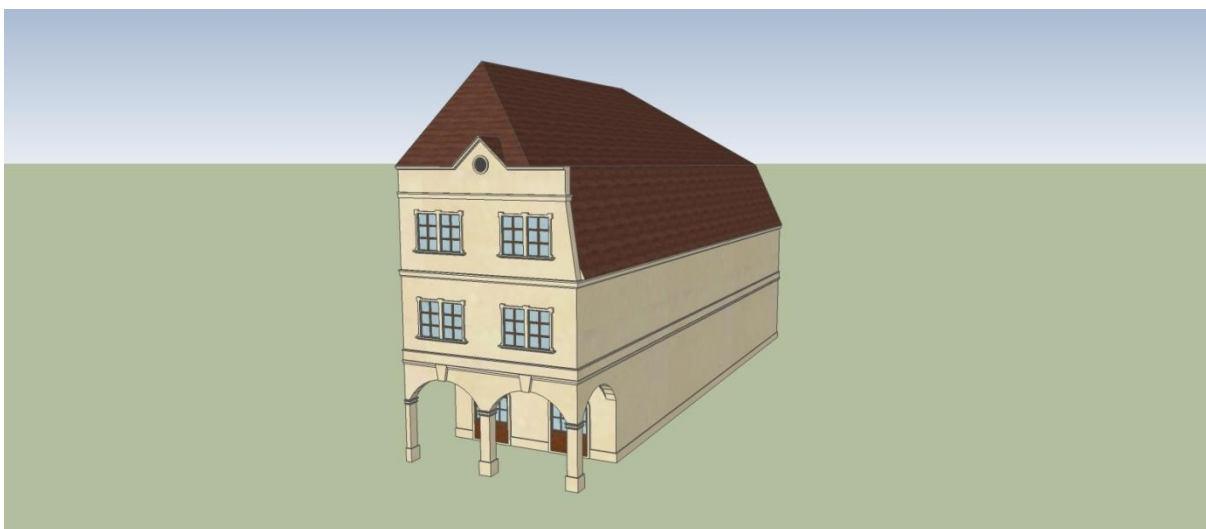
Obr. 63: Vizualizace 3D objektu číslo 9/II, stav z roku 1898 (zdroj: vlastní zpracování)



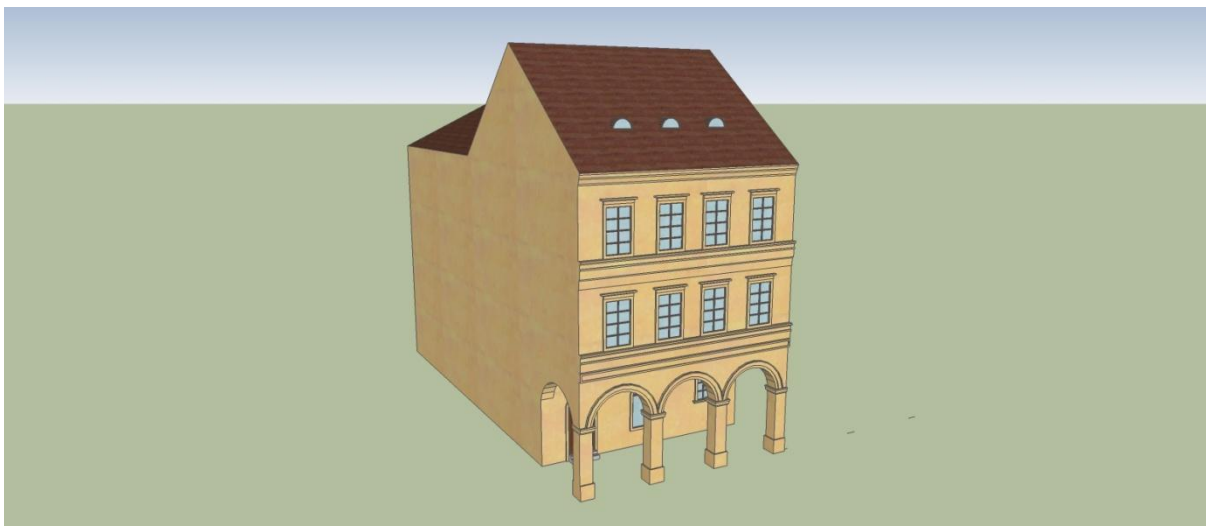
Obr. 64: Vizualizace 3D objektu číslo 10/II, stav z roku 1884 (zdroj: vlastní zpracování)



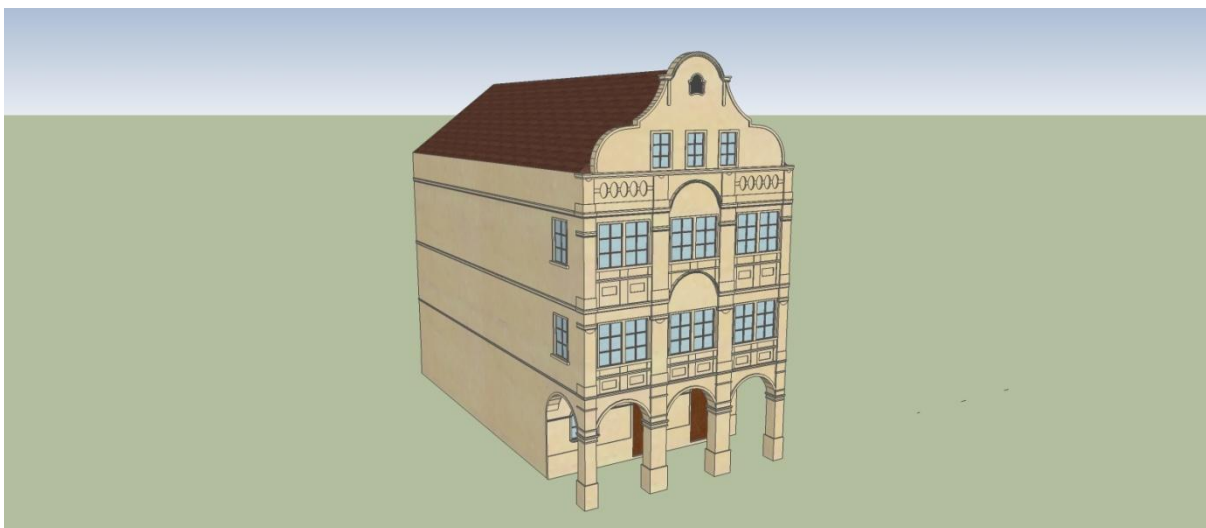
Obr. 65: Vizualizace 3D objektu číslo 11/II, časové období nezjištěno (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 66: Vizualizace 3D objektu číslo 12/II, stav před rokem 1864 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 67: Vizualizace 3D objektu číslo 13/II, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 68: Vizualizace 3D objektu číslo 14/II, stav z roku 1795 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 69: Vizualizace 3D objektu číslo 293/II, stav z roku 1910 (zdroj: vlastní zpracování)



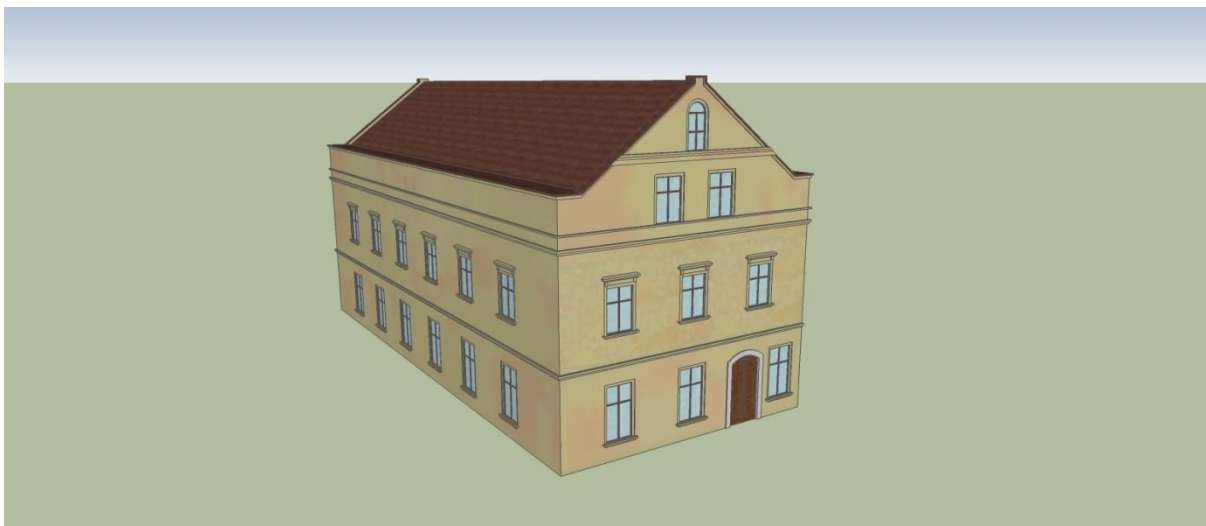
Obr. 70: Vizualizace 3D objektu číslo 294/II, stav z roku 1900 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 71: Vizualizace 3D objektu číslo 300/II, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 72: Vizualizace 3D objektu číslo 304/II, stav z roku 1890 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 73: Vizualizace 3D objektu číslo 305/II, stav z roku 1900 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 74: Vizualizace 3D objektu číslo 306/II, stav před rokem 1884 (zdroj: vlastní zpracování)



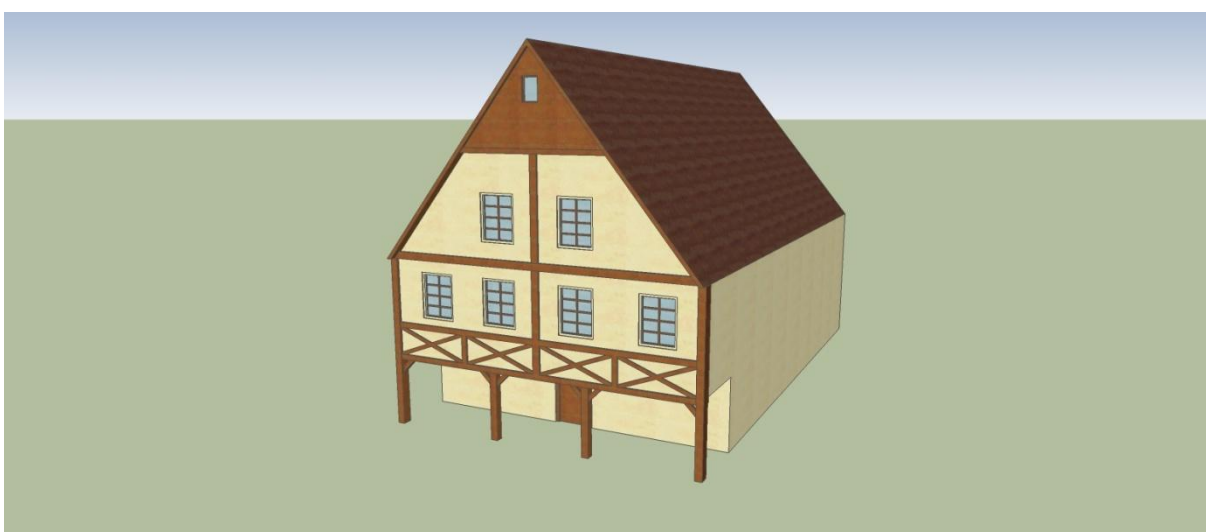
Obr. 75: Vizualizace 3D objektu číslo 307/II, stav z roku 1836 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 76: Vizualizace 3D objektu číslo 308/II, stav z roku 1870 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 77: Vizualizace 3D objektu číslo 309/II, stav z roku 1857 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 78: Vizualizace 3D objektu číslo 310/II, stav z roku 1844 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 79: Vizualizace 3D objektu číslo 311/II, stav z 60. let 19. století (zdroj: vlastní zpracování)



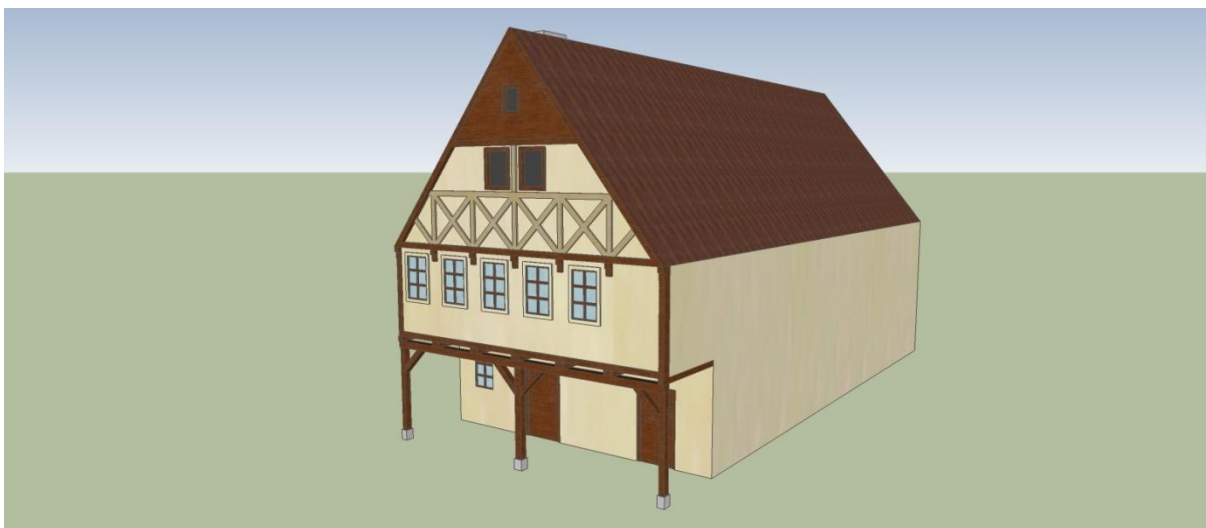
Obr. 80: Vizualizace 3D objektu číslo 312/II, stav z roku 1860 (zdroj: vlastní zpracování)



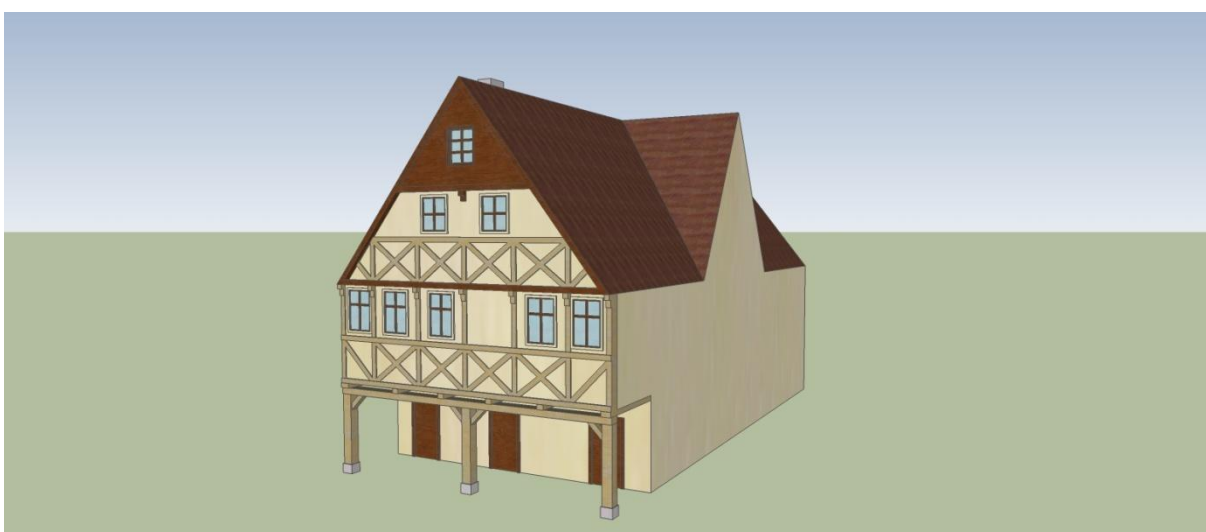
Obr. 81: Vizualizace 3D objektu kostela sv. Antonína, stav ze 70. let 19. století (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 82: Vizualizace 3D objektu číslo 1/III, stav z roku 1893 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 83: Vizualizace 3D objektu číslo 2/III, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 84: Vizualizace 3D objektu číslo 3/III, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 85: Vizualizace 3D objektu číslo 4/III, stav z roku 1809 (zdroj: vlastní zpracování)



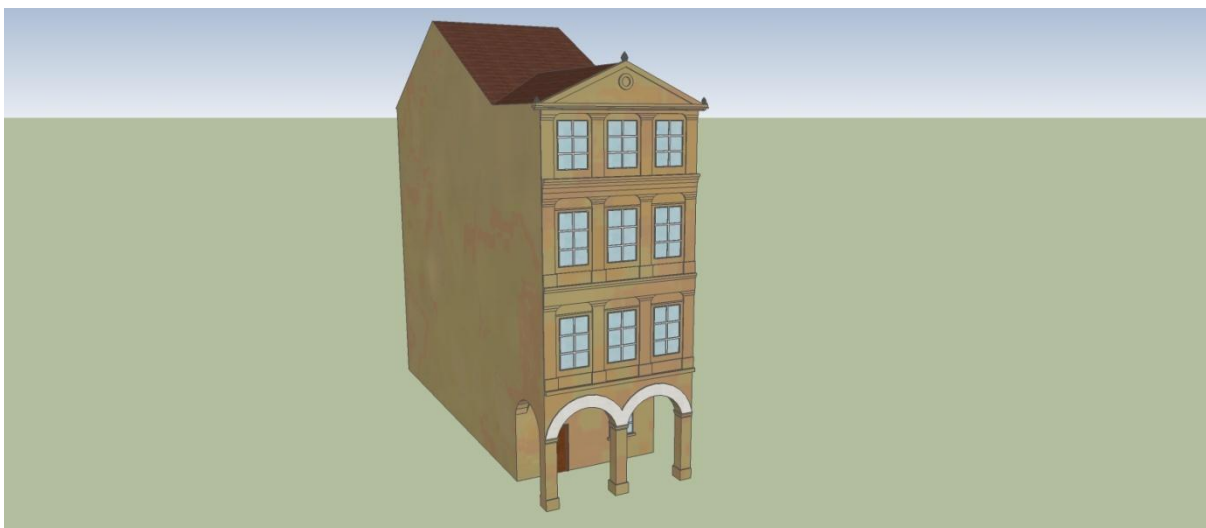
Obr. 86: Vizualizace 3D objektu číslo 5/III, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 87: Vizualizace 3D objektu číslo 6/III, stav z roku 1854 (zdroj: vlastní zpracování)



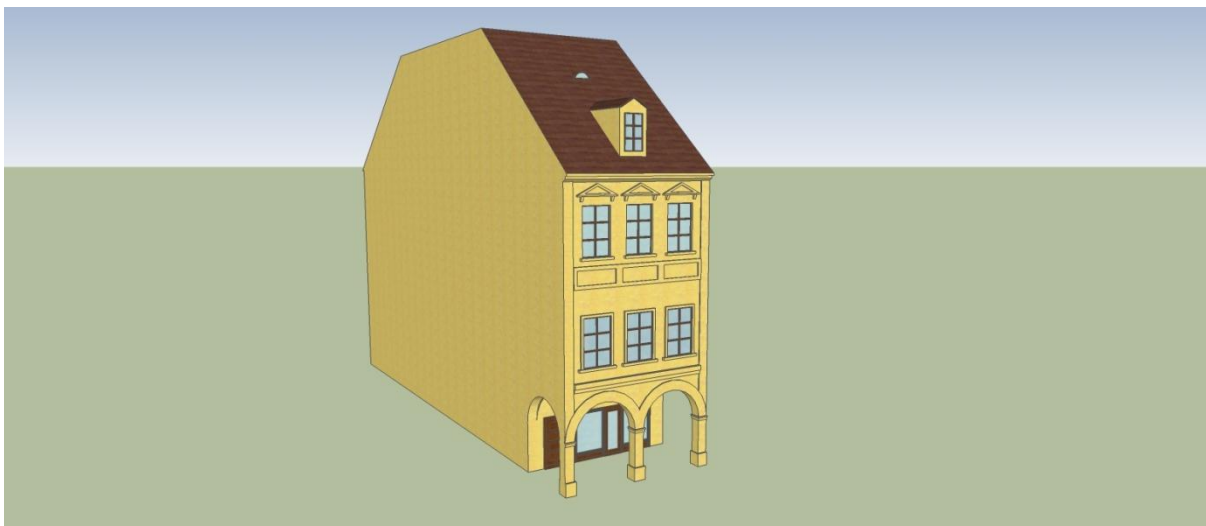
Obr. 88: Vizualizace 3D objektu číslo 1/IV, stav z roku 1847 (zdroj: vlastní zpracování)



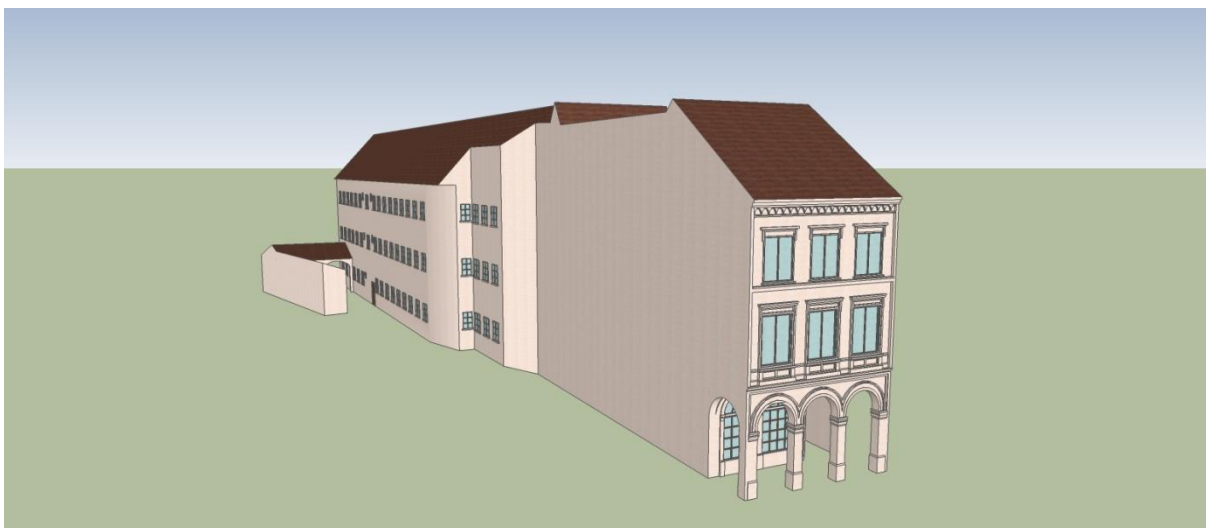
Obr. 89: Vizualizace 3D objektu číslo 2/IV, stav z roku 1865 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 90: Vizualizace 3D objektu číslo 3/IV, stav před rokem 1881 (zdroj: vlastní zpracování)



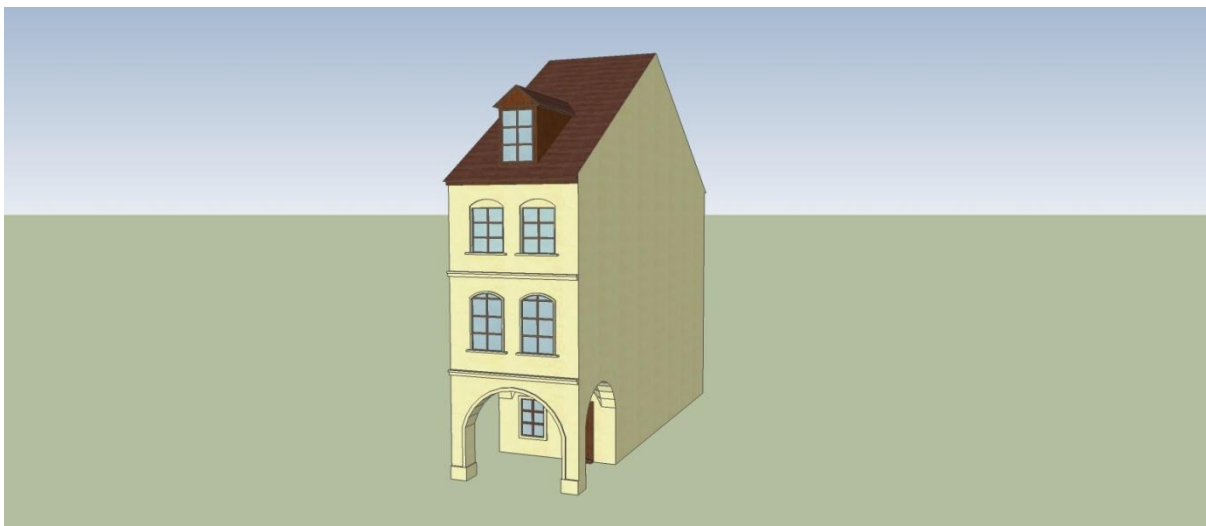
Obr. 91: Vizualizace 3D objektu číslo 4/IV, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)



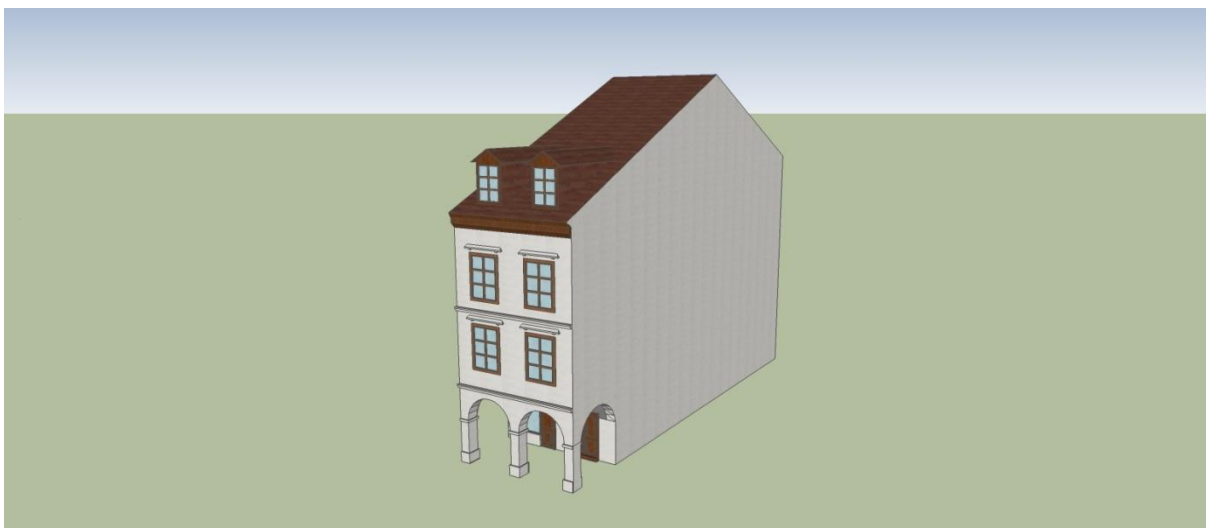
Obr. 92: Vizualizace 3D objektu číslo 5/IV, stav z roku 1851 (zdroj: vlastní zpracování)



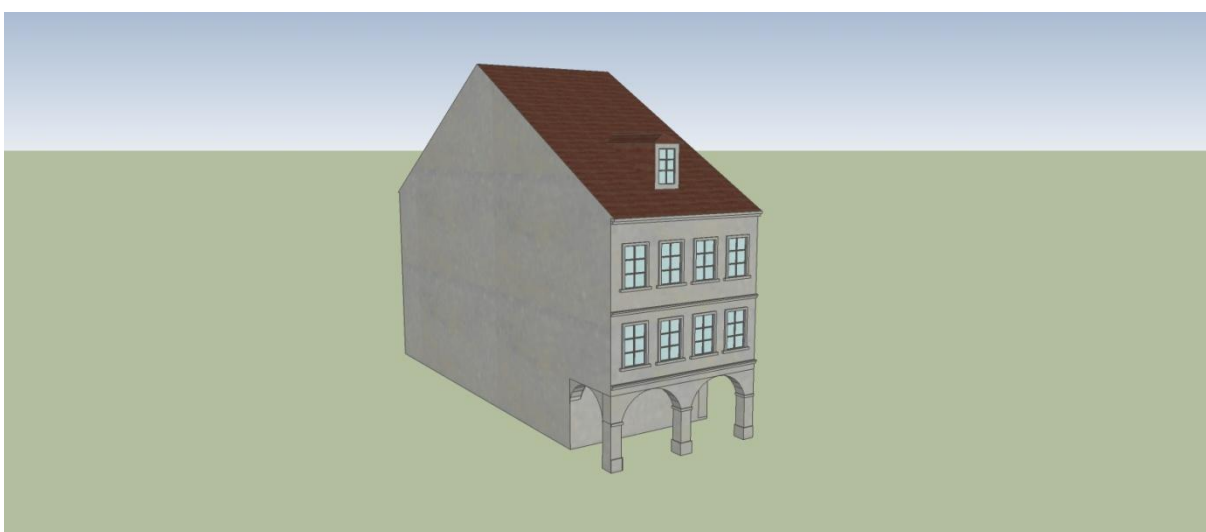
Obr. 93: Vizualizace 3D objektu číslo 6/IV, stav z roku 1864 (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 94: Vizualizace 3D objektu číslo 7/IV, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 95: Vizualizace 3D objektu číslo 8/IV, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

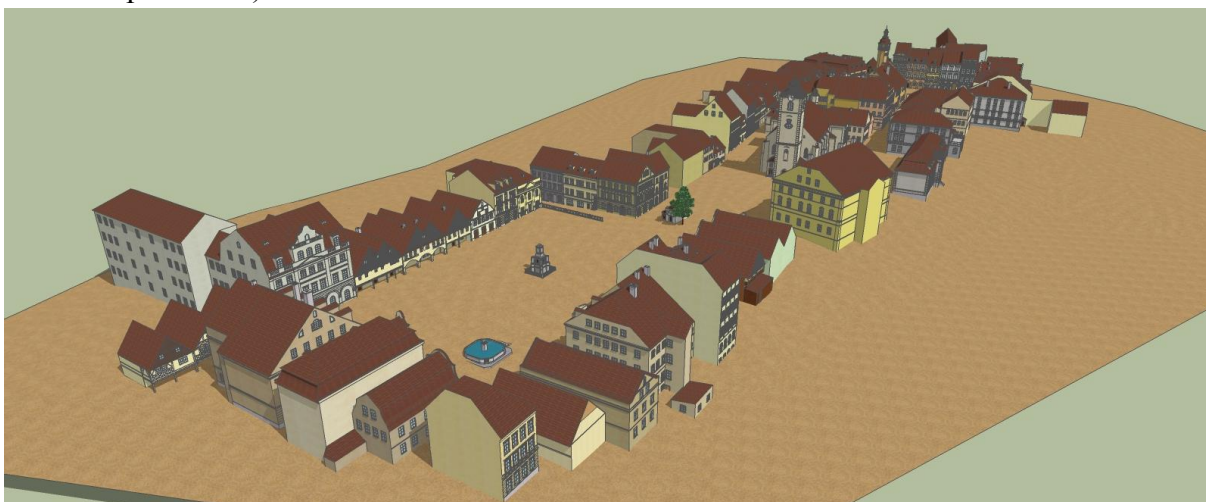


Obr. 96: Vizualizace 3D objektu číslo 9/IV, stav z 2. poloviny 19. století (zdroj: vlastní zpracování)

19.2 Vizualizace prostředí 3D modelu historické zástavby města Liberec na přelomu 19. a 20. století



Obr. 97: Vizualizace kompletního 3D modelu města Liberec, pohled od jihovýchodu (zdroj: vlastní zpracování)



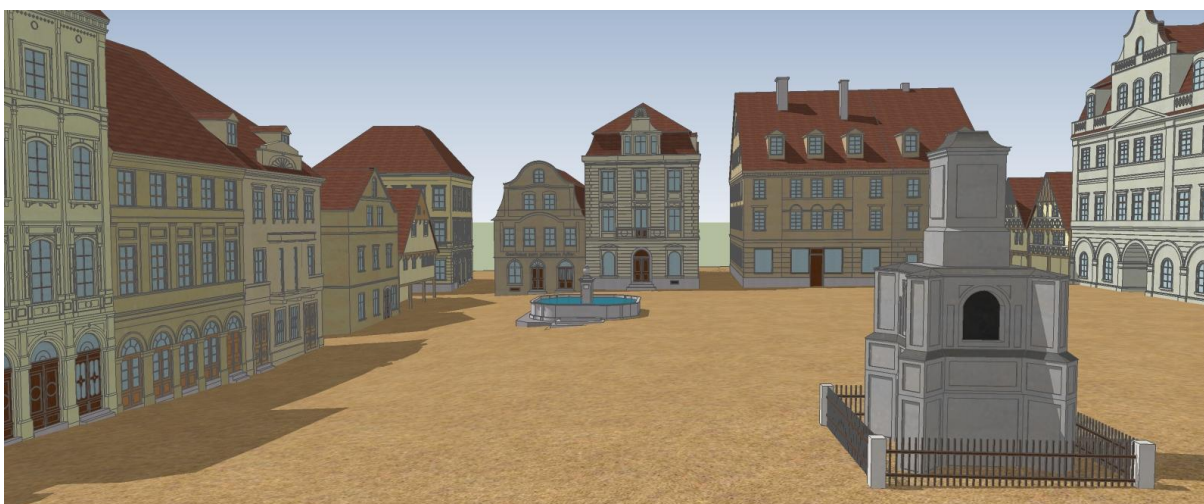
Obr. 98: Vizualizace kompletního 3D modelu města Liberec, pohled od jihozápadu (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 99: Vizualizace náměstí Dr. E. Beneše, v popředí stará radnice s kašnou (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 100: Vizualizace východní části Sokolovského náměstí, v centrální části již nestojící kaplička, v pozadí kostel sv. Antonína před přestavbou (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 101: Vizualizace Sokolovského náměstí, v popředí již nestojící morový sloup bez soch, pohled od východu (zdroj: vlastní zpracování)



Obr. 102: Vizualizace západní části 3D modelu města Liberec, pohled od východu z věže staré radnice (zdroj: vlastní zpracování)